BAND VIII. 1890. Heft 8.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

ACHTER JAHRGANG.

HEFT 8.

AUSGEGEBEN AM 26. NOVEMBER 1890.

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE 1955

BERLIN 1890.
GEBRÜDER BORNTRÆGER
ED. EGGERS.

Die Mitglieder werden gebeten, von der Adressenänderung des Secretärs, Herrn **Dr. Carl Müller**, jetzt **Berlin, N. 58, Eberswalderstr. 29, III** Notiz nehmen zu wollen.

Inhaltsangabe zu Heft 8.

Seite

Sitzung vom 31. October 1890 225

Mittheilungen.

24. W. Detmer: Untersuchungen über Pflanzenathmung und über einige Stoffwechselprocesse im vegetabilischen Organismus . 226
25. P. Richter: Ueber Missbildungen an den Blüthenköpfen der Sonnenblume. (Mit Tafel XVI) 231
26. W. Saposchnikoff: Bildung und Wanderung der Kohlenhydrate in den Laubblättern 233
27. A. Minks: Was ist Myriangium? 243
28. Th. Waage: Ueber das Vorkommen und die Rolle des Phloroglucins in der Pflanze 250
29. B. Frank: Ueber Assimilation von Stickstoff an der Luft durch *Robinia Pseudacacia* 292
30. H. Zukal: Ueber einige neue Pilzformen und über das Verhältniss der Gymnoascen zu den übrigen Ascomyceten. (Mit Tafel XVII) 295
31. R. von Wettstein: Zur Morphologie der Staminodien von *Parnassia palustris*. (Mit Tafel XVIII) 304

Nächste Sitzung der Gesellschaft:

Freitag, den 28. November,

im Hörsaale des botanischen Institutes der Universität (Dorotheenstr. 5, I.)

Abends **6** Uhr.

Sitzung vom 31. October 1890.

Vorsitzender: Herr ENGLER.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Bento de Barros in Berlin.
Gustav Müller in Berlin.
Georges Mantin in Paris.
Richard Otto, Dr. in Berlin.
William Powell Wilson, Prof. in Philadelphia.

Die vor Beginn des Jahres 1890 aufgenommenen Mitglieder der Gesellschaft werden gebeten ihre Adresse im Mitglieder-Verzeichnisse des Jahrganges VII (1889) unserer Berichte **nachschlagen** zu wollen und im Falle einer nothwendigen oder wünschenswerthen Aenderung derselben dem Secretär,

Herrn **Dr. C. Müller, Berlin N. 58., Eberswalderstr. 29 III,**

die bezügliche Nachricht zugehen zu lassen, sofern eine solche Nachricht nicht schon im Laufe dieses Jahres gegeben worden ist.

Durch einen weiteren Beschluss wird Herrn KRABBE die Thätigkeit als Redactionscommissions-Mitglied auch für den Rest des laufenden Jahres überwiesen.

Sämmtliche Herren haben die auf sie gefallene Wahl angenommen.

Die Redactionscommission wird also vom 1. Januar 1891 an aus den Herren SCHWENDENER, FRANK, KÖHNE, URBAN, ASCHERSON, MAGNUS und KRABBE bestehen.

Als geschäftsführender Secretär wird Herr CARL MÜLLER auch im folgenden Jahre fungiren.

Mittheilungen.

24. W. Detmer: Untersuchungen über Pflanzenathmung und über einige Stoffwechselprocesse im vegetabilischen Organismus.

(Vorläufige Mittheilung).

Eingegangen am 19. September 1890.

I. Einfluss der Temperaturverhältnisse auf die Pflanzenathmung.

Die Frage nach der Abhängigkeit der Pflanzenathmung von den Temperaturverhältnissen ist namentlich von A. MAYER, WOLLKOFF, RISCHAWI, DEHERAIN, PEDERSEN, KREUSLER und anderen Physiologen behandelt worden. Die Untersuchungen der genannten Forscher haben gewiss zu sehr beachtenswerthen Resultaten geführt; indessen eine völlige Klarstellung der Beziehungen zwischen den Temperaturverhältnissen und der Athmungsgrösse konnte bis jetzt noch nicht erzielt werden, und auch durch die hier mitzutheilenden Beobachtungen sind nur gewisse Fragen ihrer Lösung näher geführt. Diese Beobachtungen über Pflanzenathmung, denen sich dann noch weitere über einige Stoffwechselprocesse anschlossen, sind unter meiner Leitung von Herrn Dr. H. CLAUSEN angestellt worden. Derselbe wird alsbald an anderer Stelle ausführlich über die Ergebnisse seiner Untersuchungen

berichten; hier kann nur in Kürze auf die Resultate der Arbeiten hingewiesen werden.

Als Untersuchungsobjecte sind im Dunkeln zur Entwickelung gelangte, 4—5 Tage alte Keimpflanzen von *Triticum vulgare* und *Lupinus luteus* sowie die von allen chlorophyllhaltigen Theilen befreiten Blüthen von *Syringa chinensis* verwandt worden. Die Pflanzentheile gelangten in ein Glasgefäss, welches mittelst eines zweifach durchbohrten Kautschukkorkes verschlossen werden konnte. Die eine Bohrung des Korkes diente zur Aufnahme eines Thermometers, dessen langer, cylindrischer Quecksilberbehälter vollständig von den Untersuchungsobjecten umgeben war. In die zweite Bohrung wurde ein Glasrohr eingeführt, dass seinerseits mit dem Apparate in Verbindung stand, in welchem die durch den Athmungsprocess gebildete Kohlensäure zur Absorption gelangte.

Bei der Ausführung der Experimente wurde ein Luftstrom mit Hülfe eines Aspirators durch den zusammengestellten Respirationsapparat gesogen. Diese Luft musste natürlich zunächst völlig von Kohlensäure befreit werden; sie passirte alsdann ein Schlangenrohr, dessen unteres Ende mit der Basis des die Pflanzen enthaltenden Respirationsgefässes in Verbindung stand. Das Letztere sowie auch das Schlangenrohr tauchten völlig in Wasser ein, mit welchem ein grosses Gefäss angefüllt war. Das Wasser konnte während der Experimente leicht auf constanter Temperatur erhalten werden; es diente zur Regulirung der Temperaturverhältnisse im Respirationsraum und ertheilte zugleich der das Schlangenrohr durchströmenden Luft vor ihrem Eintritt in das mit Pflanzen beschickte Gefäss nahezu diejenige Temperatur, bei der beobachtet werden sollte. Die Absorption der im Athmungsprocess erzeugten Kohlensäure erfolgte durch Barytwasser, das sich in einem PETTENKOFER'schen Rohre befand. Zum Titriren des Barytwassers wurde Oxalsäurelösung verwandt. Auf zahlreiche Vorsichtsmassregeln, die beobachtet wurden, um zu möglichst exacten Resultaten zu gelangen, ist hier nicht näher einzugehen; es sei nur erwähnt, dass grosse Sorgfalt auf die Regulirung der Temperaturverhältnisse verwandt worden ist, und dass die Zahlen, welche die Grösse der Kohlensäurebildung bei verschiedenen Temperaturen zum sicheren Ausdruck bringen, stets als Mittelwerthe zahlreicher Beobachtungen, deren Ergebnisse nicht wesentlich von einander abwichen, anzusehen sind.

In der folgenden Tabelle sind die Werthe für die Kohlensäuremengen angegeben, welche 100 *g* Weizenkeimlinge in der Stunde im Dunkeln bei verschiedenen Temperaturen ausathmeten:

Temperatur in ° C.	Kohlensäureproduction in *mg*	Zuwachs der Kohlensäureproduction in *mg* von 5 zu 5° C.
0	10,14	
5	18,78	+ 8,64
10	28,95	10,17

Temperatur in ° C.	Kohlensäureproduction in *mg*	Zuwachs der Kohlensäureproduction in *mg* von 5 zu 5° C.
15	45,10	16,15
20	61,80	16,70
25	86,92	25,12
30	100,76	13,84
35	108,12	7,36
40	109,90	1,78
45	95,76	— 14,14
50	63,90	31,86
55	10,65	53,25

Die vorstehenden Zahlen sowie die Resultate, welche bei dem Studium des Athmungsprocesses der Lupinenkeimlinge und Syringablüthen gewonnen worden sind, lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

1. Das Temperaturminimum für den Athmungsprocess sämmtlicher Untersuchungsobjecte liegt nicht bei 0° C., sondern bei tiefer liegender Temperatur, denn bei 0° C. ist die Athmung schon relativ energisch. Versuche, die mit Lupinenkeimlingen zur Bestimmung derjenigen Temperatur, bei der in deren Zellen die Eisbildung erfolgt, nach der Methode von MUELLER-Thurgau angestellt wurden, lehrten, dass diese Temperatur bei — 4°C. liegt, und es kann nicht zweifelhaft sein, dass die Athmung der Pflanzentheile schon bei Wärmegraden etwas über dem Gefrierpunkt der Zellsäfte beginnt.

2. Die Kohlensäuremenge, welche die Untersuchungsobjecte abgeben, wächst mit der Temperatur, aber vom Temperaturminimum für den Athmungsprocess an bis zu einem bestimmten Wärmegrade, bei dem das Zuwachsmaximum für den Athmungsprocess liegt, in stärkerem Verhältniss als die Temperatur. Bei graphischer Darstellung wendet daher die Curve, durch welche die Kohlensäureentwickelung zum Ausdruck gelangt, der Abscissenachse bis zur Temperatur des Zuwachsmaximums ihre Convexität zu.

3. Für die Weizenkeimlinge liegt die Temperatur des Zuwachsmaximums, wie die dritte Columne der vorstehenden Tabelle lehrt, bei 25° C. Die entsprechenden Temperaturen für *Lupinus* und *Syringa* liegen bei 30, resp. 35° C. Es ist beachtenswerth, dass die Temperaturen für das Zuwachsmaximum nahezu mit jenen Temperaturen zusammenfallen, bei denen das Wachsthum der Untersuchungsobjecte am lebhaftesten erfolgt. Dieses Verhältniss bedarf weiterer Prüfung.

4. Wärmegrade, die höher liegen als die Temperatur des Zuwachsmaximums, steigern die Kohlensäureproduction der Pflanzen freilich noch; indessen diese Steigerung ist keine erhebliche mehr und wird immer geringer.

5. Für sämmtliche benutzten Untersuchungsobjecte liegt das Temperaturoptimum für den Athmungsprocess bei 40° C. Temperaturen

über 40° C. beeinträchtigen die Athmungsgrösse bedeutend, aber sicher ist das Temperaturmaximum für den Athmungsprocess, d. h. diejenige höchste Temperatur, bei der die Athmung noch statthat, bei erheblich höheren Wärmegraden als 40° C. zu suchen. Selbst bei 50° C. athmen Weizenkeimlinge z. B. noch relativ lebhaft.

6. Die Lage des Temperaturmaximums für den Athmungsprocess war nicht genau zu bestimmen, da die Zellen verschiedener Gewebe ein und desselben Untersuchungsobjectes ihre Athmung nicht genau bei den nämlichen Temperaturen einstellen.

7. Die specifische Athmungsenergie der Untersuchungsobjecte st eine verschiedene; namentlich athmen die Syringablüthen relativ lebhaft. Bei 40° C. produciren 100 *g* Weizenkeimlinge in der Stunde 109,90 *mg* CO_2, 100 *g* Lupinenkeimlinge 115,90 *mg* und 100 *g* Syringablüthen 176,10 *mg* CO_2.

II. Kohlensäureproduction getödteter Pflanzentheile.

Schon vor längerer Zeit fand ich, dass durch Erhitzten getödtete Pflanzentheile keine Kohlensäure abzugeben vermögen, wenn Bacterien ausgeschlossen sind. Die Athmung hört natürlich mit dem Tode des Protoplasmas auf, und wenn Pflanzen nach dem Tode überhaupt noch geringe Kohlensäuremengen ausgeben, wie es zuweilen vorkommt, so kann diese Erscheinung ihren Grund nur in der Anwesenheit von Bacterien, in dem Freiwerden absorbirter Kohlensäure oder in anderen Umständen haben, deren Zustandekommen aber in keinem Fall in directer Beziehung zu jenen Processen steht, welche die Athmung vermitteln. Die Resultate meiner Untersuchungen haben Bestätigung durch Arbeiten von JOHANNSEN und PFEFFER gefunden. Dagegen giebt BRENSTEIN für getödtete Pflanzentheile eine sehr erhebliche Kohlensäureproduction an. CLAUSEN hat abermals Experimente über postmortale Kohlensäurebildung solcher Pflanzentheile angestellt, die durch mehrstündiges Verweilen bei einer Temperatur von 80° C. getödtet worden waren. Seine Beobachtungsergebnisse stimmen im Wesentlichen mit denjenigen überein, welche von mir, JOHANNSEN sowie PFEFFER erzielt wurden. Das Versuchsresultat BRENSTEIN's entspricht sicher nicht dem wahren Sachverhalte.

III. Eiweisszersetzung in Pflanzenzellen bei Ausschluss des Sauerstoffs.

Ich habe schon an verschiedenen Orten die Ansicht ausgesprochen und näher begründet, dass die Lebensvorgänge in aller erster Linie auf das eigenthümliche Verhalten der lebendigen Eiweissmolecüle, die ich auch als physiologische Elemente bezeichne, zurückgeführt werden

müssen. Die Atome dieser lebendigen Eiweissmolecüle des Protoplasmas sind ununterbrochen in Umlagerungen begriffen, was fortwährend Dissociation sowie Neubildung lebendiger Eiweissmolecüle bedingt. Mit Rücksicht auf die Dissociationsprocesse äusserte ich die Anschauung, nach welcher dieselben stattfinden, mag eine Pflanze normale Athmung unterhalten oder mag sie bei Abwesenheit freien Sauerstoffs innere Athmung zeigen. Unter allen Umständen entstehen auch im Wesentlichen die gleichen Dissociationsproducte, nämlich einerseits stickstofffreie Körper, welche das Athmungsmaterial liefern, und ferner stickstoffhaltige Substanzen, zumal Säureamide sowie Amidosäuren. Während das Auftreten dieser letzteren Körper in solchen Pflanzen, die dem Einfluss des freien Sauerstoffs ausgesetzt sind, sicher constatirt ist, existiren nur wenige Angaben über den Eiweisszerfall bei Abschluss des Sauerstoffs und innerer Athmung. Namentlich hat PALLADIN den Eiweisszerfall unter Sauerstoffausschluss untersucht; indessen bei der hohen theoretischen Wichtigkeit der bezüglichen Fragen erschien es geboten, weitere Experimente anzustellen.

Als Untersuchungsobjecte sind 7 Tage alte, im Dunkeln zur Entwickelung gebrachte Lupinenkeimlinge verwandt worden. In sämmtlichen Versuchsreihen kam es zunächst darauf an, den Gehalt dieses Materials an Gesammtstickstoff, Stickstoff der Eiweissstoffe, der Säureamide und Amidosäuren zu ermitteln, was heute mit Hülfe recht brauchbarer Methoden möglich ist. Nachdem nun ein Theil der Lupinenkeimlinge einen Tag lang in Berührung mit athmosphärischer Luft verweilt hatte, ein anderer Theil derselben aber einen Tag lang mit sorgfältig gereinigtem Wasserstoffgas in Berührung belassen worden war (specielle Versuche ergaben, dass die Pflanzen ihre Lebensfähigkeit dadurch nicht einbüssten), mussten sie abermals auf ihren Gehalt an Gesammtstickstoff, Stickstoff der Eiweissstoffe, der Säureamide und Amidosäuren untersucht werden.

Es ergab sich, dass in den Zellen solcher Pflanzen, welche, dem Einfluss des freien atmosphärischen Sauerstoffs entzogen, innere Athmung unterhalten, wie ich vorausgesetzt hatte, ein lebhafter Eiweisszerfall stattfindet. Als Dissociationsproducte werden Säureamide und Amidosäuren gebildet; das Verhältniss aber, in welchem die Repräsentanten dieser beiden Stoffgruppen entstehen, ist nicht immer das gleiche.

Jena, im September 1890.

25. Paul Richter (Lübben): Ueber Missbildungen an den Blüthenköpfen der Sonnenblume.

(Mit Tafel XVI.)

Eingegangen am 2. October 1890.

An einem mittelstarken Stamme von *Helianthus annuus* wurde in diesem Sommer eine ganz eigenthümliche Blüthenstands-Monstrosität beobachtet, welche von allgemeinem Interesse sein dürfte.

In der Mitte eines 8 *cm* im Durchmesser haltenden Blüthenkopfes erhob sich ein aus 22 Strahlenblüthen gebildeter Trichter. Die äussere Trichterfläche wurde durch die morphologischen Oberseiten, die innere durch die Unterseiten der Strahlenblüthen gebildet. Im Grunde des Trichters standen grüne, den äusseren Hüllkelchblättern ähnliche Blätter.

Ein Durchschnitt (Fig. 1) ergab Folgendes: In der Mitte des Kopfes befand sich eine Vertiefung, in welcher die grünen Blättchen standen. Die Strahlen standen am Rande der Vertiefung zwischen den Spreublättern des Fruchtbodens und lehnten sich mit der Rückseite an die inneren Hüllblätter an. Die den Strahlen zunächst liegenden inneren Hüllkelchblätter waren die kleinsten, ein Uebergang der Spreublätter in diese war nicht nachzuweisen, jedoch waren letztere in der Nähe des Trichters etwas grösser als die übrigen und an der Spitze vergrünt.

Um nun über die Entstehung dieser so eigenthümlichen Deformation nicht nur auf Vermuthungen angewiesen zu sein, untersuchte ich die zahlreichen Sonnenblumenstauden, welche hier im sandigen Boden der Lausitz theils gezogen werden, theils freiwillig wachsen, ob an denselben nicht vielleicht noch ähnliche Eigenthümlichkeiten vorhanden wären.

Es fanden sich im Ganzen noch zwei Blüthenmissbildungen, über deren Entstehung man von vornherein ausser Zweifel sein konnte. Betrachtet man zunächst den Kopf, der durch Fig. 2 wiedergegeben ist, so sieht man, dass derselbe, ziemlich normal ausgebildet, in einem frühzeitigen Stadium seiner Entwickelung an einer Stelle des Umfangs durch irgend einen Umstand, wahrscheinlich durch seitlichen Druck, im Fortwachsen gehindert worden ist. Während nun diese Stelle nahe am Centrum festgehalten wurde, entstand im Verlaufe des Wachsthums eine Bucht und auf diese Weise die herzförmige Gestalt des Kopfes.

Natürlicherweise müssen, da ja die nach dem Centrum führenden Ränder der Bucht morphologisch mit der Peripherie des Kopfes gleichwerthig sind, an denselben sämmtliche Elemente stehen, welche sich sonst am Rande vorfinden. In Folge dessen sieht man dort grüne, allerdings verkümmerte Hüllkelchblätter, sowie Strahlenblüthen. Dass auch diese nicht die normale Grösse zeigen, kann nicht Wunder nehmen, die von beiden Seiten drängenden Röhrenblüthen haben eben eine normale Ausbildung derselben verhindert. Immerhin ist dieser Druck nicht so bedeutend gewesen, dass die Entstehung der Strahlenblüthen dort überhaupt ganz unterblieb.

In einem bedeutend späteren Stadium der Entwickelung erfuhr der Kopf, dessen Bild Fig. 3 zeigt, eine Störung. Die Einbuchtung ist hier bedeutend weiter, ebenso sind die inneren Kelchblätter, sowie die dort stehenden Strahlenblüthen grösser ausgebildet. Auch hier lehnen sich die letzteren, wie bei Fig. 1, mit der Rückseite an die inneren Kelchblätter an. Denkt man sich überhaupt den ganzen Trichter des dritten Kopfes vom Rande in die Mitte versetzt, so hat man einen Blüthenkopf von der Form, wie Fig. 1 ihn zeigt; denkt man sich dagegen die Trichterfläche an der Aussenseite aufgeschnitten und sie dann von innen nach dem Rande zu herausgedrückt, so erhält man eine Sonnenblume von normaler Ausbildung.

Die Köpfe auf Fig. 2 und 3 bilden nun stufenweise Uebergänge in den ersten Kopf. Es lässt sich von der Entstehung desselben Folgendes mit einiger Sicherheit behaupten:

In einem zeitigen Stadium der Entwickelung ist an dem Kopf, dessen Durchschnitt Fig. 1 zeigt, durch äusseren Druck veranlasst, eine Einbuchtung aufgetreten, die im Verlaufe des Wachsthums von der Peripherie aus nach dem Centrum zu fortschritt, alle randständigen Elemente mit sich ziehend. Später verwuchsen die Röhrenblüthen tragenden Theile der Scheibe, welche die Bucht begrenzen, die Entstehung der Zungenblüthen und Hüllkelchblätter an den Rändern der Bucht unterblieb, und jetzt sehen wir den im Innern entstehenden, nunmehr geschlossenen Trichter vollkommen von Röhrenblüthen eingeschlossen. Die Zungenblüthen und die Hüllkelchblätter desselben gelangten nun weiterwachsend zu beinahe normaler Grösse.

Eine andere Entstehungsweise der Deformation als diese annehmen zu wollen, ist nach den beobachteten übrigen Bildungen nicht recht wahrscheinlich. Eine seitliche Verwachsung zweier Köpfe, die ein unbefangener Beschauer beim Anblick von Fig. 1 wohl vor sich zu haben meint, ist ausgeschlossen, weil am Blüthenstengel sich nirgends eine Neigung zur Gabelung nachweisen liess und im Innern des Trichters sich nicht einmal eine Andeutung von Röhrenblüthen vorfand.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Durchschnitt durch das Centrum und die Achse des Blüthenkopfes ($^3/_4$ natürl. Grösse). In der Mitte die halbkugelförmige Vertiefung, welche innen Hüllkelchblätter, am Rande Strahlenblüthen trägt.

Fig. 2. Herzförmiger, monströser Blüthenkopf ($^1/_3$ natürl. Grösse). Auf der vom Centrum nach der Peripherie führenden Linie stehen zwei Reihen von Strahlenblüthen (*s*), die sich mit der Rückseite berühren. Zwischen diesen Reihen, doch sehr einzeln und verkümmert, einige Hüllkelchblätter (*h*).

Fig. 3. Monströser Blüthenkopf ($^1/_3$ natürl. Grösse) mit seitlicher Trichterbildung. Im Innern des Trichters grüne Hüllkelchblätter.

---

26. W. Saposchnikoff (Moskau): Bildung und Wanderung der Kohlenhydrate in den Laubblättern.

(Vorläufige Mittheilung).

Eingegangen am 5. October 1890.

Die zwei Seiten der Lehre von der Kohlenstoffassimilation, Kohlensäurezersetzung und Bildung der Zersetzungsproducte, sind ungleich gut entwickelt. Die Untersuchung des ersten Processes ist mit Hilfe der genauen Messung der Gase schon längst auf den festen wissenschaftlichen Boden gestellt, in dem zweiten benutzt man bis jetzt die zufälligen Facta, welche noch nicht zu einem strengen Systeme gelangt sind. Während dort Alles auf einer genauen Ziffer begründet ist, begnügt man sich hier mit qualitativen Proben. Hieraus erklärt sich die Meinungsverschiedenheit in dieser Frage (SACHS, FAMINTZIN, KRAUS, GODLEWSKI und BOEHM). Aus den quantitativen Untersuchungen muss man die Arbeiten von WEBER, SACHS, A. MEYER und MENZE erwähnen, von denen MEYER's Arbeit die grössere Bedeutung hat; dieselbe zeigt, dass neben Stärke noch andere Kohlenhydrate sich bilden. Bei den hier zu beschreibenden Untersuchungen, welche ich im Laufe des Sommers 1888 und 1889 machte, hatte ich mir zuerst die Aufgabe gestellt, die Bildung der Kohlenhydrate in dem Blatte quantitativ zu

bestimmen; der methodischen Einrichtung halber richtete ich früher meine Aufmerksamkeit auf die Prüfung der Wanderung der Kohlenhydrate und verweilte hier länger, als ich früher beabsichtigte. Zum Schluss habe ich zum ersten Male den Versuch mit der Vergleichung der zersetzten Kohlensäure und den gebildeten Kohlenhydraten gemacht.

Zur Bestimmung der Kohlenhydrate benutzte ich FAULENBACH's Methode mit der Blatthälftenmethode, zur Bestimmung der Kohlensäurezersetzung TIMIRIASEFF's Apparat.

I. Wanderung der Kohlenhydrate aus den Blättern.

1. Zuerst muss man die Wanderung selbst quantitativ bestätigen, was bis jetzt, streng genommen, noch nicht geschehen ist. Die Wägungsversuche von SACHS kann man nicht in Betracht ziehen, weil in diesen die allgemeine Gewichtsabnahme bestimmt wurde, nicht aber die Abnahme der Kohlenhydrate.

Die Vergleichung der Abnahme der Kohlenhydrate in den abgeschnittenen Blättern mit der Abnahme derselben in den Blättern an der Pflanze zeigt, dass im ersten Falle die Abnahme wenigstens um fünf Mal minder ist, als im zweiten.

Helianthus annuus.

	Abnahme pro 1 *qm* und 1 Stunde
In den Blättern an der Pflanze	0,225 *g*
„ „ abgeschnittenen Blättern	0,042 „

2. Die Schnelligkeit der Entleerung der Blätter steigt caeteris paribus mit der Verminderung der Blätterzahl an der Pflanze. Man wählt zwei gleich entwickelte Pflanzen, lässt die eine intact, schneidet von der anderen alle Blätter ab, ausser zwei, und bestimmt dann an beiden Pflanzen die Energie der Entleerung.

Helianthus annuus.

	Abnahme pro 1 *qm* und 1 Stunde
Exemplar mit 2 Blättern	0,653 *g*
„ „ 14 „	0,198 „

Cucurbita Pepo.

	Abnahme pro 1 *qm* und 1 Stunde
Exemplar mit 2 Blättern	0,449 *g*
„ „ 6 „	0,269 „

3. Die Geschwindigkeit der Wanderung der Kohlenhydrate ist von dem Verbrauche derselben (dem Wachsthum) abhängig. Die Entstärkung der Blätter geht im Frühling und Sommer sehr schnell (1—2 Tage und weniger) vor sich, im Winter aber sind dagegen 7—14 Tage und mehr nöthig. Diese Jahresperiodicität der Wanderung der Kohlenhydrate ist mit der Periodicität des Wachsthums

verbunden. Es ist aber bekannt, dass das Wachsthum auch Tagesperiodicität hat; es ist natürlich anzunehmen, dass die Wanderung der Kohlenhydrate derselben folgt.

Helianthus annuus.

Abnahme pro 1 *qm* und 1 Stunde

8 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens . . 0,302 *g*
12 „ Morgens bis 7 Uhr Abends . . 0,058 „

Cucurbita Pepo.

Abnahme pro 1 *qm* und 1 Stunde

$5^1/_2$ Uhr Abends	bis	$7^1/_2$ Uhr Abends	.	0,124 *g*	t	15—13° C.
$7^1/_2$ „ „	„	$11^1/_2$ „ „	.	0,317 „	t	13—10° „
$9^1/_2$ „ „	„	$11^1/_2$ „ „	.	0,218 „	t	12—10° „

Abnahme pro 1 *qm* und 1 Stunde

$11^1/_2$ Uhr Abends bis 9 Uhr Morgens . 0,162 *g*
$11^1/_2$ „ Morgens bis $2^1/_2$ Uhr Nachm. 0,130 „

Die Periodicität findet ohne Zweifel statt; das Maximum derselben aber ist auf die erste Stunde der Nacht zu verlegen. Das ist vielleicht davon abhängig, dass die Temperatur um 11 Uhr Nachts niedriger war, als das Minimum für das Wachsthum der *Cucurbita*. Die Versuche mit beständiger Temperatur müssen die Frage lösen.

4. In welcher Form die Kohlenhydrate aus den Blättern wandern, wissen wir noch nicht; es ist wahrscheinlich, dass es die Glykose ist. Jedenfalls verwandelt sich die Stärke in Glykose, und dann verschwindet dieselbe aus dem Blatte. Auch ist es unbekannt, vermittelst wessen die Auflösung der Stärke im Blatte vor sich geht; wahrscheinlich ist dabei auf die Mitwirkung der Diastase oder eines anderen ähnlichen Fermentes zu schliessen (SCHIMPER). Die Auflösung der Stärke geht nicht gleich schnell vor sich, sie ist abhängig davon, ob das Lösungsproduct fortgeführt wird oder nicht (MÜLLER-Thurgau). In einem abgeschnittenen und in's Wasser gestellten Blatte bleibt die Stärke eine Woche und mehr ungelöst, dagegen löst sich dieselbe Menge der Stärke im Blatte an der Pflanze oft in 12 Stunden. Man muss annehmen, dass der Zucker die Auflösung der Stärke hindert und dass es die Grenzmenge des Zuckers ist, nach welcher die Auflösung der Stärke sistirt wird. Die folgenden Versuche bestätigen zum Theil die Voraussetzung.

10 Blätter von *Pirus Malus* wurden abgeschnitten und mit den Stielen in Wasser stehend auf einem Ostfenster vier Tage lang belassen; nachdem enthielten sie:

	Blattfläche 290 *qcm*	pro 1 *qm*
Zucker . . .	0,057 *g*	1,965 *g*
Stärke . . .	0,056 „	1,932 „

Während der vier Tage war die Lösungsfähigkeit der Blätter merklich erschöpft: 1.965 *g* Zucker kann man als Grenzmenge für das Blatt von *Pirus* annehmen.

Zwei Triebe von *Rubus arcens* wurden abgeschnitten und nach Entfernung aller jungen, wachsenden Theile in Wasser auf ein Ostfenster gestellt, wo sie 18 Stunden blieben. Darauf wurden 16 Blätter abgeschnitten und längs der Hauptnerven in zwei Portionen getheilt; die erste Portion wurde sogleich getrocknet, die andere mit den Stielen in Wasser auf das Ostfenster gestellt und nach 4½ Stunden getrocknet.

Erste Portion 920 *qcm*		pro 1 *qm*
Zucker . . .	0.338 *g*	3.674 *g*
Stärke . . .	0.124 „	1.348 „
Zweite Portion 970 *qcm*		**pro 1 *qm***
Zucker . . .	0.346 *g*	3.567 *g*
Stärke . . .	0.135 „	1.392 „

Die Stärke bleibt noch, aber die Auflösung derselben ist schon beendigt. 3.674 *g* ist für *Rubus arcens* die Grenzmenge, d. h. das Maximum, welches nicht überschritten wird.

Wenn Stärkekleister (0.2 *g* + 10 *ccm* Wasser) bei Anwesenheit der Glycose mit Malzglycerinauszug (20 Tropfen) in Probirflaschen bei 60° C. saccharificirt wird, so kann man bemerken, dass die Jodreaction desto länger erhalten bleibt, je mehr Glykose zugegeben wurde. Die Resultate dreier Versuche sind in folgender Tabelle gesammelt:

Gehalt der Glykose in pCt	—	2	5	10	15	20	25	30
								Minuten
Zeitdauer der vollen Saccharificirung	90	90	120	150	150	180	221	240

Diese Abhängigkeit wirkt wahrscheinlich auch in der lebenden Pflanzenzelle.

Die Verwandlung der Kohlenhydrate kann auch eine andere Richtung nehmen, d. h. der Zucker verwandelt sich in Stärke, wenn die Concentration der Lösung der Kohlenhydrate durch Einlegen in Zuckerlösung höher wird (BOEHM, A. MEYER, SCHIMPER, KLEBS, LAURENT, SAPOSCHNIKOFF). Aus diesem Gesichtspunkte geht die Verwandlung der Kohlenhydrate abhängig von der Concentration der Zuckerlösung vor sich: die Pflanzenzelle erscheint wie ein selbstregulirender Apparat, welcher eine zu hohe Zuckeransammlung nicht zulässt, indem sie den Ueberfluss in Stärke verwandelt. Andererseits kann sie zu jeder Zeit die nöthige Menge der Stärke in Lösung versetzen; ausserdem löst sich die Stärke um so schneller, je grösser das Bedürfniss an löslichem Kohlenhydrate oder je geringer caeteris paribus die ernährende Blattfläche ist.

II. Bildung der Kohlenhydrate.

In den unten beschriebenen Versuchen habe ich mir die Aufgabe gesetzt, die Energie der Bildung der Kohlenhydrate bei verschiedenem Wetter quantitativ zu bestimmen. Die wirkliche Grösse der Bildung kann man nur aus Versuchen mit abgeschnittenen Blättern erhalten, weil an der Pflanze die Kohlenhydrate gleichzeitig mit der Bildung aus dem Blatte wandern (GODLEWSKI). Die Experimente aber mit abgeschnittenen Blättern bei hellem Himmel gelingen gar nicht, weil die Blätter sehr schnell welken und die Assimilation gestört wird (BOUSSINGAULT, A. NAGAMATSZ). Es bleibt jedoch die Möglichkeit, die Zunahme der Kohlenhydrate in den Blättern an der Pflanze zu bestimmen und die Correctur für die Wanderung zu machen. Diese Correctur muss man für dieselben Stunden und dasselbe Exemplar bestimmen (s. oben über die Wanderung der Kohlenhydrate). SACHS macht in dieser Hinsicht einen Fehler, indem er die Grösse der Auswanderung für Nachtstunden zur Grösse der Bildung für Tagesstunden beigiebt; ausserdem sind die Versuche der Bildung von den Versuchen der Auswanderung auf 22 Tage ausgedehnt.

Meine Versuche habe ich in folgender Weise gemacht. Zuerst schneidet man die Hälften von 2—3 Blättern längs des Hauptnerven ab; aus diesen schneidet man eine gewisse Fläche (150—200 *qcm*) aus, und an derselben bestimmt man die Kohlenhydrate. Die anderen Hälften bleiben an der Pflanze am Lichte während 4—8 Stunden; nachdem bestimmt man in dieser Portion selbst die Kohlenhydrate. Die Auswanderungsgrösse bestimmt man gleichzeitig für dieselbe Pflanze (selten für eine andere ähnliche) mit dem Unterschiede, dass jetzt die zurückgelassenen Blatthälften mit Stanniol umwickelt werden. Aus diesen vier Grössen leite ich eine ab, welche die wirkliche Grösse der Assimilation zeigt.

Die Resultate aller Versuche sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Helianthus annuus.

	pro 1 *qm* und 1 Stunde
Wolkenfrei	0,729 *g*
„	0,481 „ [1]
Hell, selten weisse Wolken	0,594 „
„ „ „ „	0,428 „
„ oft weisse Wolken .	0,379 „
Trüb, ...	0,140 „
„	0,147 „
„	0,141 „

1) das schwächer entwickelte Exemplar.

Cucurbita Pepo.

	pro 1 *qm* und 1 Stunde
Wolkenfrei	0,403 *g*
Wolkig	0,298 „

Aus diesen Versuchen folgt, dass die Bildung der Kohlenhydrate um so grösser ist, je heller der Himmel ist.

2. BOUSSINGAULT hat gezeigt, dass ein abgeschnittenes Blatt nur eine begrenzte Quantität Kohlensäure zersetzen kann, und wenn die Grenze erreicht ist, hört die Assimilation auf. Es ist wahrscheinlich, dass die Sistirung der Assimilation von der Ansammlung der Zersetzungsproducte (Kohlenhydrate) bis zu einem Maximum abhängt, welches noch unbekannt ist. Es ist auch wichtig, zu entscheiden, welchen Einfluss im Allgemeinen die Zersetzungsproducte auf weitere Kohlenstoffassimilation ausüben. Mit anderen Worten handelt es sich um die Frage: Endet die Function des Chlorophylls plötzlich nach Erreichung der Grenze, oder wird die Assimilation allmählich mit dem Ansammeln der Kohlenhydrate geschwächt? Um diese Frage zu entscheiden, wählte ich zwei ähnliche Blätter; das eine blieb an der Pflanze und wurde mit Stanniol umwickelt, das andere wurde Abends abgeschnitten und mit dem Stiel in Wasser stehend im diffusen Lichte gelassen. Als nach 2—3 Tagen das erste Blatt alle Stärke verloren hatte, das zweite aber scharfe Jodreaction zeigte, prüfte ich beide unter ganz gleichen Bedingungen auf Kohlensäurezersetzung. Die Versuche zeigten, dass das entstärkte Blatt, nachdem es 2—3 Tage im Dunkeln gehalten worden war, was doch wohl einen schädlichen Einfluss auf das Chlorophyll ausgeübt haben dürfte, die Kohlensäure dennoch besser zersetzte, als das andere, mit Stärke gefüllte Blatt.

CO_2 zersetzt pro 1 *qm* und 1 Stunde:

	Blatt aus dem Lichte	Blatt aus dem Dunkeln
Rubus caesius	3,2 *ccm*	3,9 *ccm*
	2,4 „	2,6 „
	1,4 „	3,0 „
	3,7 „	4,7 „
	3,7 „	4,7 „
Pirus Malus	2,2 „	2,4 „

Wenn man in Betracht zieht, dass die Kohlenhydrate das Product der Kohlensäurezersetzung sind, so kann man erwarten, dass die oben erwähnte Abhängigkeit auch für die Bildung der Kohlenhydrate zutrifft. Die Versuche zeigen, dass die Blätter, in welchen der Gehalt der Kohlenhydrate durch Verdunkelung vermindert wird, die Kohlenhydrate schneller bilden, als die am Lichte gehaltenen.

Rubus caesius.

Himmel mit Wolken bedeckt.

8 Blätter aus dem Dunkeln	8 Blätter aus dem Lichte
Erste Portion:	
Die Kohlenhydrate vor dem Versuche pro 1 *qm* . . . 1,633 *g*	Die Kohlenhydrate vor dem Versuche pro 1 *qm* . . . 3,485 *g*
Zweite Portion:	
Die Kohlenhydrate nach $3^1/_4$ Std. Beleuchtung pro 1 *qm* . . . . . 1,875 *g*	Die Kohlenhydrate nach $6^1/_6$ Std. Beleuchtung pro 1 *qm* . . . . . 3,680 *g*
gebildet pro 1 Stunde . 0,074 „	gebildet pro 1 Stunde . 0,032 „

Helianthus annuus.

Fast wolkenfrei. Die Blätter sind während des Versuches mit einem Schirm aus 2 Blättern Cigarettenpapier bedeckt.

2 Blätter aus dem Dunkeln	2 Blätter aus dem Lichte
Erste Portion:	
Die Kohlenhydrate vor dem Versuche pro 1 *qm* . . . 2,419 *g*	Die Kohlenhydrate vor dem Versuche pro 1 *qm* . . . 4,444 *g*
Zweite Portion:	
Die Kohlenhydrate nach 4 Std. Beleuchtung pro 1 *qm* . . . . . 4,477 *g*	Die Kohlenhydrate nach 4 Std. Beleuchtung pro 1 *qm* . . . . . 6,172 *g*
gebildet pro 1 Stunde . 0,515 „	gebildet pro 1 Stunde . 0,432 „

Wenn aber der Gehalt der Kohlenhydrate bei Verdunkelung aus unbekannten Ursachen sich nicht vermindert, so geht die Assimilation noch schwächer vor sich, als in den aus dem Lichte genommenen Blättern mit demselben Gehalt der Kohlenhydrate.

Rubus caesius.

8 Blätter aus dem Dunkeln	8 Blätter aus dem Lichte
Erste Portion:	
Die Kohlenhydrate vor dem Versuche pro 1 *qm* . . . 3,830 *g*	Die Kohlenhydrate vor dem Versuche pro 1 *qm* . . . 3,737 *g*
Zweite Portion:	
Die Kohlenhydrate nach 6 Std. Beleuchtung pro 1 *qm* . . . . . 4,787 *g*	Die Kohlenhydrate nach 6 Std. Beleuchtung pro 1 *qm* . . . . . 5,597 *g*
gebildet pro 1 Stunde . 0,159 „	gebildet pro 1 Stunde . 0,310 „

Die Ursache davon liegt in dem Nachtheil, welchen das Verdunkeln dem Chlorophyll bringt.

Folglich: Ansammlung der Kohlenhydrate im Blatte vermindert die weitere Bildung derselben, und je schneller die Kohlenhydrate aus dem Blatte fortgeführt werden, desto besser arbeitet das Blatt.

Der höchste Gehalt der Kohlenhydrate, welchen ich beobachtete, ist für *Rubus caesius* 5,470 *g* pro 1 *qm* (3,830 *g* Zucker, 1,940 *g* Stärke)
„ *Pirus Malus* . 5,433 „ „ 1 „ (1,100 „ „ 4,333 „ „
Die Grenze aber wurde noch nicht erreicht, weil das Probestück des Blattes noch die Kohlensäure zersetzte.

3. SACHS, sich auf die Jodprobe und Gewichtsvermehrung des Blattes an dem Lichte stützend, giebt die unerwiesene Folgerung, dass die Stärke das einzige Zersetzungsproduct der Kohlensäure ist. MENZE nahm die gleichzeitige Ausmessung der Gewichtszunahme des Blattes und der gebildeten Kohlenhydrate vor. In allen Versuchen, ausser einem, hat MENZE das Uebergewicht der Gewichtszunahme des Blattes erhalten, dasselbe mit den neugebildeten Kohlenhydraten vergleichend, welches bisweilen 50 pCt. erreicht; dennoch giebt MENZE die Folgerung: „Die Trockengewichtsvermehrung giebt sich gewichtsanalytisch als assimilirte Stärke zu erkennen.“ Das Gewicht des Blattes ist freilich die schwankende Grösse, unabhängig vom Stärkegehalt; dann aber können wir die Schwankungen auf plus und minus erwarten. Indessen ist in 19 Fällen aus 20 das Uebergewicht auf Seite der allgemeinen Gewichtszunahme. Diese Regelmässigkeit der Schwankungen führt zur Muthmassung, dass nicht einzig allein Stärke sich bildet. A. MEYER zeigte schon die Möglichkeit der Eiweissbildung.

Ich habe die Lösung dieser Frage mit einer Methode herbeizuführen gewagt, welche ich für einzig rationell halte. Sie besteht in der gleichzeitigen Berechnung der zersetzten Kohlensäure und der gebildeten Kohlenhydrate. Der Vergleichung lege ich die Gleichung $6\,CO_6 + 6\,H_2O = C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$ zu Grunde, aus welcher ersehen werden kann, dass 44 Gewichtstheile CO_2 30 Theile Glykose geben. Diese Gleichung und das Verhältniss 44 : 30 gilt aber nur für den Fall, dass die Kohlenhydrate die einzigen Producte der Kohlenstoffassimilation sind; in jedem anderen Falle muss das Verhältniss kleiner sein.

Es wäre am besten, die Kohlensäurezersetzung und die Bildung der Kohlenhydrate an einem und demselben Blattstücke zu bestimmen; es war aber für mich unausführbar, weil entsprechend der grossen Blattfläche ein Apparat für die Messung der Gase in einer Grösse erforderlich gewesen wäre, wie ich ihn nicht zur Verfügung hatte. Ich habe es anders gemacht. Das entstärkte Blatt wurde in zwei ungleich grosse Portionen zerschnitten; die kleinere Portion in ein calibrirtes Rohr, die grössere in einen Literkolben gethan. Die erste Portion diente zur Bestimmung der Kohlensäurezersetzung, die zweite zur Be-

stimmung der gebildeten Kohlenhydrate. Der Kolben wurde auf $^4/_5$ mit Luft und $^1/_5$ mit Kohlensäure gefüllt; annähernd dieselbe Mischung der Gase wurde auch dem calibrirten Rohr gegeben. Beide Apparate wurden gleichzeitig an die Sonne gebracht; bei heller Sonne wurden beide mit demselben Schirme aus einem Blatte von Cigarettenpapier bedeckt, um das Welken zu verhindern. Nach einigen Stunden wurden die Apparate ins Dunkle gebracht, und dann folgte die Bestimmung der zersetzten Kohlensäure und der gebildeten Kohlenhydrate.

Helianthus annuus. 26. Juli.

Hell; die Sonne selten hinter Wolken. Während des ganzen Versuches — Schirm. Das Blatt nach eintägigem Verdunkeln: Jodprobe — keine Stärke.

A. Kohlensäurezersetzung.

Zeitdauer des Versuches 12 Uhr 30 Minuten bis 3 Uhr 75 Minuten. Blattfläche 22,5 *qcm.*

Gasmischung . . . 21,91 *ccm* Luft + 6,47 *ccm* CO_2 (22,8 pCt.)
Zersetzt während $3^1/_4$ Stunden . . . 4,29 „ „ (bei 0° C. u. 1 *m*)
pro 1 *qdm* und 1 Stunde . . . . . 5,08 „ „

B. Bildung der Kohlenhydrate.

Blattfläche 200 *qcm.* Die gebildeten Kohlenhydrate (als Glykose bestimmt) 0,046 *g.*

Die Blattfläche müsste während $3^1/_4$ Std. 38,1 *ccm* zersetzen, was einem Gewichte von 0,099 *g* entspricht; äquivalente Glykosemenge 0,068 *g.*

Fehlbetrag: 0,068 *g* - 0,046 *g* = 0,022 *g* oder 32,4 pCt.

Helianthus annuus. 27. Juli.

Wolkig; von 4 Uhr ab Sonne (Schirm). Das Blatt nach eintägigem Verdunkeln: die Jodprobe — keine Stärke.

A. Kohlensäurezersetzung.

Zeitdauer des Versuches 1 Uhr bis 5 Uhr. Blattfläche 25,6 *qcm.*

Gasmischung . . . 23,97 *ccm* Luft + 5,31 *ccm* CO_2 (18,1 pCt.)
Zersetzt während 4 Stunden . . . . 4,61 „ „ (bei 0° C. u. 1 *m*)
pro 1 *qdm* und 1 Stunde . . . . . 4,05 „ „

B. Bildung der Kohlenhydrate.

Zeitdauer des Versuches dieselbe. Blattfläche 190 *qcm.* Die gebildeten Kohlenhydrate 0,054 *g.*

Die Blattfläche 190 *qcm* müsste während 4 Stunden 34,2 *ccm* zersetzen, was 0,062 *g* Glykose äquivalent ist.

Fehlbetrag: 0,062 *g* − 0,054 *g* = 0,008 *g* oder 12,9 pCt.

Helianthus annuus. 29. Juli.

Bis 12 Uhr wolkig und regnerisch, um 12 Uhr hell (Schirm). Das Blatt ist nicht im Dunkeln gehalten. Jodprobe — viel Stärke.

A. Kohlensäurezersetzung.

Zeitdauer des Versuches 11 Uhr 20 Minuten bis 4 Uhr 20 Minuten.

Blattfläche 28 *qcm*.

Gasmischung . . . 23,71 *ccm* Luft + 5,07 *ccm* CO_2 (17,5 pCt.)
Zersetzt während 5 Stunden . . . . 4,49 „ „ (bei 0° C. u. 1 *m*)
pro 1 *qdm* und 1 Stunde . . . . . 3,02 „ „

B. Bildung der Kohlenhydrate.

Erste Portion: Blattfläche 240 *qcm*. Die Kohlenhydrate 0,120 *g*
Zweite „ „ 170 „ „ „ 0,116 „
Die gebildeten Kohlenhydrate pro 240 *qcm* und 5 Stunden 0,044 „

Die Blattfläche 240 *qcm* müsste während 5 Stunden 38,4 *ccm* CO_2 zersetzen, was 0,069 *g* Glykose äquivalent ist.

Fehlbetrag: 0,969 *g* − 0,044 *g* = 0,025 *g* oder 36,2 pCt.

Bei allen drei Versuchen erhielt ich ein Deficit der Kohlenhydrate im Vergleich zu der zersetzten Kohlensäure.

Auf diese Versuche hin muss man annehmen, dass ausser den Kohlenhydraten (Stärke) sich noch ein anderer Stoff bildet, und vielleicht ist dies Eiweissstoff. Diese Annahme erscheint wahrscheinlich, wenn wir in Betracht ziehen, dass die Salpetersäure im Blattparenchym assimilirt wird (EMMERLING, MONTEVERDE, SCHIMPER), und dass man in einigen Fällen directe Bildung des Eiweisses in den Chromatophoren sehen kann (CHRAPOWICKY).

Moskau, 11. September 1890.

27. Arthur Minks: Was ist Myriangium?

Eine morphologisch-lichenographische Studie.

Eingegangen am 18. October 1890.

Das System Nylander's sondert das Flechtenreich in die Familien *Collemacei*, *Myriangiacei* und *Lichenacei*. Damit allein ist schon genügend die absonderliche Stellung der einzigen, die zweite Familie ausmachenden Gattung, *Myriangium*, gekennzeichnet. Diese Absonderlichkeit erlangt aber den höchsten Grad, wenn man erwägt, dass die am wenigsten bekannte Art dieser Gattung in Bezug auf die angenommene Zugehörigkeit mehr als zweifelhaft dasteht, und die zwei anderen, *Myriangium Duriaei* Mont. et Berk. und *M. Curtisii* Mont. et Berk. zusammenfallen.

Nach der Anschauung aller Autoren ohne jegliche Ausnahme vereinigt *Myriangium* in sich äussere Eigenthümlichkeiten von *Collemaceen* mit einem Baue, welcher wegen des Fehlens von Gonidien seine Stellung im Flechtenreiche überhaupt fraglich erscheinen lässt. Trotz dieses in die Augen springenden Widerspruches brachten die Systematiker, vor allen der Autor Montagne selbst, dann v. Flotow, Schaerer, Massalongo und Stitzenberger, *Myriangium* unter die *Collemacei* oder *Lichenes homoeomerici*, d. h. in das Gebiet, welches man auch unter Gallertflechten zu begreifen pflegt, indem jeder dieser seiner Anschauung schärferen oder schwächeren Ausdruck gab. Dagegen zogen die den wahrhaft wissenschaftlichen Weg beschreitenden Autoren, für welche eben der innere Bau den Ausschlag gab, es vor, statt nach Nylander's Vorangehen *Myriangium* eine ebenso absonderliche wie bevorzugte Stellung im Systeme zu verleihen, es entweder aus der lichenologischen Literatur überhaupt zu entfernen, wie Millardet, oder nur anhangsweise im Flechtensysteme noch weiter zu führen, wie Tuckerman. Die letztere Richtung wurde ausserdem beeinflusst durch den höchst eigenthümlichen Bau des apothecialen Antheiles von *Myriangium*, dessen durchgehends zelliges Gefüge zwar keineswegs vereinzelt dasteht, dessen Vertheilung der Schläuche in übereinander geschichtete und gegen die Oberfläche hin zu einem discoiden Gebilde vereinigte Hohlräume im Flechtenreiche jedoch noch ihres gleichen sucht. Keinem Autor aber fiel ein gewisser Widerspruch in der Anschauung auf, welche sich in einem grossen parenchymatoiden Gewebe-

körper durch einen begrenzten Bereich hin Lücken als von den einzelnen (als Zellen gedachten) Sporenschläuchen ausgefüllt vorzustellen vermag, welche letztere doch in histologischer Hinsicht nicht anders als den übrigen zelligen Bestandtheilen gleichwerthig erachtet werden könnten.

Von dem offenkundigen Widerstreite will ich behufs Lösung des für die Flechten-Systematik hochwichtigen Problemes ausgehen. Diese Lösung sollte schon vor Jahren ausgeführt werden, als TUCKERMAN bei der Abfassung seiner Synopsis of the North American Lichens behufs einschlägiger Aufklärung sich an mich wendete in einem Briefe, der einerseits die hohe Bedeutung der Frage nach dem Wesen von *Myriangium*, andererseits zugleich das volle Bewusstsein der ausserordentlichen Schwierigkeiten für die Beantwortung erkennen liess. In Wirklichkeit sind jedoch solche Schwierigkeiten lediglich für den mit den neuen Thatsachen der feinsten Flechten-Anatomie gar nicht vertraueten Forscher vorhanden.

Der Schilderung meiner Untersuchungsergebnisse lege ich die recht gründliche Beschreibung und die zwar ausserordentlich schönen, leider aber theils ungenauen, theils sogar durchaus unrichtigen Abbildungen MILLARDET's[1]) zu Grunde. Die anderen Darstellungen, vor allen die von MONTAGNE[2]) und NYLANDER[3]) gelieferten, können als gleich dürftige und für den vorliegenden Zweck unbrauchbare bei Seite gelassen werden. Wenn mir auch nicht durchgehends dasselbe Materiale, wie MILLARDET, zur Verfügung stand, bot mir doch meine Sammlung dem Aeusseren nach viel schöneres und dem Inneren nach viel lehrreicheres dar. Ausser den auch von MILLARDET untersuchten Nummern 2583, 2669 und 2789 der von LINDIG in Neu-Granada gesammelten Lichenen benutzte ich das höchst werthvolle in Rabh. L. Eur. n. 635 ebenfalls, wie jenes, unter der Bezeichnung von *Myriangium Duriaei* Mont. et Berk. dargebotene Materiale. Von der als *Myriangium Curtisii* Mont. et Berk. betrachteten Form fand ich in den von CURTIS selbst und von RAVENEL in Süd-Carolina, von H. WILLEY in Massachusetts gesammelten und endlich aus Pennsylvania herstammenden Exemplaren ein nach verschiedenen Seiten hin recht brauchbares Materiale.

Jedem noch auf der alten Anschauungsgrundlage stehenden Beobachter des Flechtenlebens ist es von vorneherein unmöglich, den Widerstreit in der Auffassung des *Myriangium*-Körpers aufzuheben, wie es durch den einfachen Schritt zu geschehen hat, dass man an dem

1) Mém. pour servir à l'histoire des Collémacées. Act. de la soc. des sc. nat. de Strassbourg. Vol. VI (1868). Planche III.

2) Exploration scientifique de l'Algérie. Botanique. Lichenes par C. MONTAGNE et DURIEU DE MAISONNEUVE. Pl. 19, F. 2 (1846).

3) NYLANDER, Syn. meth. Lich. Vol I, Tab. IV, F. 1—5 (1858).

Dasein eines parenchymatoiden Gefüges zweifelt, oder, sogleich noch weitergehend, das ganze Gebilde, also auch den nicht mit Schläuchen versehenen, viel grösseren Antheil, als von Hohlräumen durchsetzt ansieht. Wer diesen Schritt thut, wird meiner Anschauung von den pseudoparenchymatischen oder parenchymatoiden Geweben bei den Lichenen zugänglich, welche bekanntlich dahin geht, dass solche Gewebe überhaupt gar nicht vorkommen, gar nicht vorkommen können. Und bei *Myriangium* ist dieser Schritt unerlässlich, unvermeidlich.

Um das den optischen Eindruck eines Parenchymes hervorbringende Innere von *Myriangium* (MILLARDET, l. c. Pl. III, F. 27 und 28) seinem feinsten und wahren Baue nach zu ergründen, muss man, von meiner zuerst durch das Studium der Lagerrinde und des Excipulum von *Leptogium* gewonnenen Erkenntniss[1]) ausgehend und auch die weiter ausgebildete Histologie[2]) benutzend, die vermeintlich von Zellenhäuten gebildeten Bälkchen mittelst einer mindestens 1000-fachen Vergrösserung höchst sorgfältig untersuchen. Zunächst erkennt man, dass diese Bälkchen nicht homogen, sondern Reihen winziger lichtbrauner Körperchen, und weiter, dass neben den vermeintlichen Bälkchen noch andere Umrisse vorhanden sind, oder mit anderen Worten, dass die Körperchen ausser von verschwindend geringem Plasma von sehr licht gelbbraunen Membranen umschlossen werden. Auf diese hier, wie in allen höchst zahlreichen analogen Fällen, bei der bisherigen unvollkommenen Untersuchungsweise unsichtbar gebliebenen Zellenhäute allein ist die Sichtbarkeit der Inhaltskörperchen in der angegebenen optischen Ausdrucksform zurückzuführen, indem die scheinbar einfachen Umrisse der Bälkchen durch das Zusammenfliessen zweier entstehen. Man gelangt auf diesem Wege schliesslich zu dem Einblicke, dass die Bälkchen Hyphen sind, gebildet aus zarten, convexen und mit sehr licht gelbbrauner Membran versehenen Zellchen, die sich gegenseitig etwa zur Hälfte decken und deren Inneres je ein licht braunes Körperchen einschliesst. Das Zusammenfliessen der Umrisslinie dieser Körperchen mit der inneren der Zellenhaut im optischen Bilde brachte eben die bisherige Auffassung hervor.

Dem gleichen Baue, in Wahrheit also dem Dasein des Microgonidium oder dessen späteren Stadium verdanken wir es, dass die Hyphidien und die ihnen (im Baue, nicht aber in der morphologischen Bedeutung) gleichenden „Spermatien“ überhaupt schon entdeckt worden sind. Denn fehlte das genannte Inhaltskörperchen, so blieb auch die Verstärkung des inneren Umrisses der Membranen der diese Gebilde zusammensetzenden Zellchen aus, und erst der Entdeckung besonderer chemischer Behandlungsweisen würde es, wie bei den Bacillen, bedurft

1) MINKS, Das Microgonidium (1879), p. 32—36, 173—176.
2) MINKS, Symb. licheno-mycol., I (1881), p. XXIV—XXVII.

haben, um diese höchst zarten Organe sichtbar zu machen. Wem dies noch nicht einleuchtet, vergegenwärtige sich, dass die sämmtlichen Abbildungen der bezeichneten Gebilde in der lichenologischen Literatur der äusseren Umrisse, wie die Hyphenbälkchen von *Myriangium*, ermangeln. Erst mir gelang es, nicht bloss die äusseren Umrisse, sondern auch weiter die zellige Zusammensetzung dieser Gebilde nachzuweisen. Es glückte mir endlich sogar gefärbte Hyphidien zu finden [1]), sodass also zwischen Bruchstücken der Hyphe eines Maschengewebes, wie derjenigen von *Myriangium*, und solchen Gebilden oder Organen kein anatomischer Unterschied mehr übrig bleibt. Alle diese Hyphen, also auch die Hyphidien, sind nun, wie ja alle nur immer denkbaren elementaren Bildungen der Flechte, von mindestens einer (ebenfalls bisher unerkannt gebliebenen) Gallertemembran umhüllt.

Die im Aufschnitte statt des Braun ein sehr helles Gelb zeigenden Exemplare von Süd-Carolina lassen eine dementsprechende Aenderung des Baues erwarten. Die Untersuchung der viel durchsichtigeren Schnitte findet zunächst die gleich schwache Färbung der Zellchen der Maschenhyphe, statt der winzigen hellbraunen Inhaltskörperchen aber etwas grössere, die eben in Folge dieser Grösse ihre Zusammensetzung aus einer licht gelbbraunen Membran und einem grünen Inhalte erkennen lassen. Diese Körperchen entsprechen in jeder Hinsicht genau den in der Thecaspore enthaltenen. Es findet also auch hier der schon oft von mir hervorgehobene Durchgang des gleichen Körperchens von der Spore durch alle Gewebe, beziehentlich Organe, bis wieder zu der Spore statt. Lediglich auf der Zunahme des Inhaltskörpers der Zellchen des Maschengewebes an Umfang beruht demnach die Aenderung des macroscopischen und microscopischen Gesammteindruckes des Durchschnittes.

Dass das pflanzliche Gebilde, welches sich als lichenisches bereits genügend ausgewiesen hat, nicht überall zur typischen Ausbildung gelangen dürfte, beweiset das Materiale von Süd-Carolina, welches allein im optischen Durchschnitte das schlauchbildende Gebiet als eine scharf und deutlich von dem übrigen Körper abgehobene Schicht zeigt und in Folge dessen nicht allein nach der Aussenfläche von *Myriangium* hin das Aussehen eines discoiden Apothecium gewinnt. Diese Abgrenzung nun entsteht einerseits durch eine Verengerung der Räume, wie sie hier das Maschengewebe an der ganzen Oberfläche von *Myriangium* zu erreichen strebt, verbunden aber mit einer Streckung derselben im Sinne der Breite des Gebildes, andererseits durch eine stärkere Färbung.

Es erübrigt jetzt noch die Beantwortung der Frage nach dem Verhalten der Räume des Maschengewebes. Da aber die im eigent-

1) Symb. II (1882), p. 216 und Bot. Centralbl. Bd. XII (1882), p. 330.

lichen Schlauchgebiete vorhandenen Hohlräume eben von den Schläuchen, wenigstens nach der Ansicht der Autoren, erfüllt werden, kann es sich nur um die sehr grosse Zahl der übrigen des Körpers handeln. Die etwaige Annahme, dass diese Räume als leer oder höchstens als mit Gallerte ausgefüllt zu denken seien, würde allerdings jener Anschauung entsprechen, nach welcher die Flechte vollkommen mit dem Pilze übereinstimmt. Die Uebereinstimmung beider, soweit als von einer solchen überhaupt die Rede sein kann, habe ich schon öfters beleuchtet, diese Pflanzenordnungen zugleich als Hyphenpflanzen zusammenfassend. Der zwischen beiden in mehrfacher Hinsicht schroffe Abstand aber zeigt sich am schroffsten in dem — soweit als unsere zeitige Kenntniss der Natur reicht — alleinigen Besitze eines neuen Naturprincipes, eines histologischen Dualismus. In allen seinen Lebenslagen vom ersten Anfange bis zum Untergange bei aller vegetativen und reproductiven Thätigkeit bewahrt der Lichen dieses Princip, um es den mit seinen mannichfachen Wandlungen vertraueten Forscher auch überall leicht erkennen zu lassen.

Dem bekannten Principe nach muss nun auch das geschilderte Gewebe von *Myriangium* mit einem zweiten, dem Hyphema, vergesellschaftet sein, wesshalb das erstere auch hier als das Grundgewebe aufzufassen ist. Um hier das Hyphema dem Auge des Lesers vorzuführen, kehre ich zum Anfange meiner Schilderung zurück.

Die Maschenräume des Grundgewebes zeichnen sich durch starke Lichtbrechungsfähigkeit aus, was den in der Flechtenanatomie bewanderten Forscher auf die Anwesenheit von Microgonidien, keineswegs aber auf eine von blosser Gallerte erfüllte Leere zurückzuführen vermag. Die gleich Diamantkügelchen stark lichtbrechenden Kerne der Microgonidien erleuchten im wahren Sinne des Wortes dem Mikroskopiker das Innere der Flechtenzelle, welches sonst in Folge noch unbekannter, mächtiger Einflüsse zu oft in wirkliche Finsterniss gehüllt sein würde. Leider spenden aber diese Körperchen eine besondere Fülle von Licht nicht selten an Stellen, wo solche, wenigstens in der vorurtheilsvollen Gegenwart, nicht erwünscht ist. Schon der Nachweis der die Maschenräume der Lagerrinde von *Leptogium* ausfüllenden Zellen machte an bekannter Stelle nicht geringe Schwierigkeiten, bei *Myriangium* freilich wiederholen sich nicht die gleichen. Dem Leser, welcher den Bau des Maschengewebes überhaupt und im besonderen von *Myriangium* erfasst hat, empfehle ich, sich des Baues der zwergigen Formen von *Leptogium* zu erinnern, deren Lager zeitlebens durchweg ein Maschengewebe zeigen, oder mit anderen Worten, deren Lager nicht, wie die höheren Formen, durch theilweise Ausbildung dieses Gewebes zu einem wahren Gonohyphem, eine Sonderung von Rinde und Mark hervorbringen. Während dort das ganze Maschengewebe von denselben stark lichtbrechenden Zellen, welche bei den höheren Formen

nur dasjenige der Rinde erfüllen, durchsetzt wird, um nur unter Aufwand von viel Zeit und Mühe erkennbar zu werden, lassen sich dagegen die entsprechenden Zellen bei *Myriangium* viel leichter nachweisen, weil sie nämlich an Inhaltskörpern arm, sogar sehr arm sind, diese selbst das Stadium von Macrogonidien erreicht haben und endlich, weil sie in der Längsaxe der Zellen und in einer verhältnissmässig grösseren Plasmamasse aneinandergereihet sind.

Um sich von der Grossartigkeit des das Grundgewebe durchwuchernden Zellensystemes zu überzeugen, muss man freilich zu den üppigsten, im Innern nicht selten zerklüfteten Gebilden aus Süd-Carolina greifen. Man kann dann durch vorsichtigen Druck auf zarte Durchschnitte sich das Hyphemagewebe in Gestalt von *Chroolepus*-Massen, indem daselbst diesen Zellen ausserdem ein besonders stark grüner Inhalt eigenthümlich ist, vorführen. Dass man sich bei diesem Materiale solchen Anblick bequemer verschaffen kann, ist noch auf einen besonderen Umstand zurückzuführen, den ich erst hier, statt oben, zu betonen vorzog. Das zarte und schwach gefärbte Grundgewebe weicht nämlich mehr oder weniger bedeutend von seiner sonstigen Regelmässigkeit ab, in Folge dessen die chroolepoiden Gebilde in den Druckpräparaten wie umsponnen von demselben erscheinen.

Die Hyphemazellen verrathen ihre Bestimmung als Metrogonidien desto deutlicher, je näher der Basis, beziehentlich dem Substrate, sie sich befinden. Sie werden in der angedeuteten Richtung fortschreitend grösser, allmählich fast kugelig und durch Zunahme des Inhaltes an Zahl und Grösse immer grüner, bis im eigentlichen basalen Bereiche grosse und mit zahlreichen saftgrünen Gonidien erfüllte Mutterzellen zu sehen sind.

Gleichzeitig und gleichmässig mit der Ausbildung der Hyphema-Metrogonidien fortschreitend vollzieht sich der Uebergang des Grundgewebes zu einem Gewebe mit dem mehr oder weniger ausgesprochenen Charakter des Gonohyphema, welcher Uebergang ja im Bereiche der Schläuche in Gestalt selbstständiger Thalamiumhyphen oder Paraphysen *Myriangium* versagt zu sein scheint.

Was ist nun *Myriangium?* Diese Frage zu beantworten ist jetzt nach der entworfenen Schilderung ausserordentlich leicht. Es erübrigt zuvor nur noch mit der Verfolgung beider Gewebe über die Basis des Körpers hinaus und in das Substrat hinein die Untersuchung abzuschliessen. Hier findet man nämlich in mehr oder weniger weiter Ausdehnung ein Gewebe mit allen Eigenthümlichkeiten des hypophloeoden Thallus, und zwar vom Rande des *Myriangium*-Körpers nach allen Seiten in die Fläche sich ausbreitend, ein Netzwerk brauner Secundärhyphen und von der inneren Basis ausgehend ein farbloses Gonohyphema, untermischt mit dem Hyphema in seiner anfänglichen Beschaffenheit. Färben sich die Membranen der Zellchen des hypo-

phloeoden Hyphema, was in dem aus Massachusetts herstammenden Materiale der Fall ist, goldgelb, so kann man von dem Wesen dieses in Druckpräparaten in Gestalt von Wölkchen dem ungeübten Auge sich darstellenden Gewebes, dass es sich nämlich nicht um Detritus handele, Ueberzeugung gewinnen. Dass Gonidema ebenfalls in dem hypophloeoden Lager zu finden ist, kann bei dem unmittelbaren Zusammenhange des letzteren mit dem eigentlichen *Myriangium*-Gebilde nicht weiter auffallen. Ebenso wenig kann aber auch der Nachweis überraschen, dass die schlauchführenden Hohlräume Hyphema in seiner ursprünglichen Beschaffenheit enthalten, welches nach aussen mit den interstitialen Metrogonidien der in Gestalt eines Epithecium erscheinenden Rindenschicht, nach innen mit den gleichen Zellen in histologischem Zusammenhange steht.

Bei *Myriangium* wiederholt sich also das in meinen Symbolae licheno-mycologicae vielfach geschilderte Bild der Vereinigung eines in Gestalt und Masse als Stroma entfalteten Fruchtkörpers mit einem verhältnissmässig recht unscheinbaren hypophloeoden Thallus. Mit Recht gehörte *Myriangium* früher ebenso wenig zu den Flechten, wie jene Menge von Ascomyceten, ist jedoch jetzt von den Pilzen mit noch viel grösserem Rechte auszuschliessen, ebenso wie jene Tausende, welche bis zur Stunde als Ascomyceten gelten. Mag man allen diesen Pflanzen gegenüber, unter denen also auch *Myriangium* sich befindet, einen Anschauungsstandpunkt einnehmen, welchen man nur immer will, müssen doch alle schon im Falle einer Vereinigung von Hyphengewebe mit Gonidien sowohl im Thallus, als auch im Fruchtkörper, eben wie *Myriangium*, als Lichenen betrachtet werden. Von den im I. Bande meiner Symbolae behandelten Pseudo-Ascomyceten zeigen übrigens zahlreiche einen ausgesprochenen Gallertflechten-Habitus, denen vor allen sich also *Myriangium* anschliessen könnte. Ob es aber in eine der dortigen als Gruppen, beziehungsweise als Gattungen, gedachten Reihen zu versetzen sein, oder auch dort eine abgesonderte Stellung einnehmen dürfte, diese Frage zu erörtern, liegt der vorgesetzten Aufgabe zu fern. Was diese Einordnung nicht ohne weiteres zulässig erscheinen lässt, ist keineswegs die von MILLARDET zuerst geschilderte und dargestellte Oeffnungsweise der eigentlichen Apothecien. Diese ist es nämlich gerade, welche *Myriangium* mit einer beträchtlichen Zahl jener Pseudo-Ascomyceten gemein hat. Auch die Anhäufung von verdichtetem Grundgewebe als Thalamium, welche allen Autoren unbekannt blieb, verleihet *Myriangium* keine absonderliche Stellung. Wohl aber dürften dazu beitragen die scheinbar regellose Vertheilung der Schläuche in übereinander befindlichen Lücken des Thalamium und die Abwesenheit jeglicher Anzeichen von hypothecialer Bildung. Vielmehr noch aber dürfte *Myriangium* eine Absonderung erfahren wegen der Vereinigung seiner sonstigen Eigenthümlichkeiten mit dem Besitze

einer in morphologischer Hinsicht höchst eigenthümlichen Theca. Der Sporenschlauch erinnert nicht bloss an das vor allen der Gattung *Arthonia* eigenthümliche Organ, sondern *Myriangium* gehört thatsächlich zu den mit dem gleichen ausgestatteten Lichenen. Am Schlusse die Morphologie dieses Schlauchtypus, wenn auch nur in Gestalt einer vorläufigen Mittheilung, der Wissenschaft zu übergeben, würde mich schon das Bewusstsein bestimmen, damit den glänzendsten Beweis, den die Lichenologie jemals gewinnen konnte, zu liefern für die Thatsache, dass in morphologischer Hinsicht höchst ungleichwerthige Gebilde als Theca und Thecaspore gelten. Allein dieser Mittheilung würde an Verständlichkeit und Eindruck mehr oder weniger abgehen, so lange als noch andere meiner umfangreichen Forschungen auf dem einschlägigen Gebiete der Veröffentlichung harren.

---

28. Th. Waage: Ueber das Vorkommen und die Rolle des Phloroglucins in der Pflanze.

Eingegangen am 22. October 1890.

Allgemeines und Methodisches.

Das Phloroglucin, 1855 von Hlasiwetz beim Schmelzen des Maclurins entdeckt, ist das symmetrische Trioxybenzol. Es kommt nicht nur frei in vielen Pflanzen vor, sondern bildet auch komplexere Verbindungen, namentlich ätherartige, den Glycosiden entsprechende Körper, die als Phloroglucide (Hesperetin, Naringenin, Phloretin, Quercetin, Rhamnetin) oder wenn sie ausserdem einen Zucker in ihrem Molecüle enthalten, als Phloroglycoside bezeichnet werden (Aurantiin, Glycyphyllin, Hesperidin, Phloridzin, Rhamnin, Rutin); erstere spalten mit Säuren oder Alkalien direct Phloroglucin ab, letztere liefern bei der ersten Spaltung mit Säuren Glycose oder einen ähnlichen Zucker, bei der zweiten mit Alkalien dann Phloroglucin. Die botanischen wie chemischen Kenntnisse über diese Körper sind zur Zeit noch recht unzulänglich; wahrscheinlich ist, dass denselben eine weit grössere Verbreitung im Pflanzenreiche zukommt, als man glaubt. Endlich ist

auch das Vorkommen von Derivaten der Phloroglucincarbonsäure nur zu erwarten [1]).

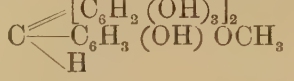
Sehen wir von der indirecten Erkennung des Phloroglucins mittelst Salzsäure bei Gegenwart verholzter Membranen hier ab — denn letztere wirken eben als unreines Vanillin — so waren bisher nur zwei Methoden bekannt, welche mikrochemischen Werth besassen, die von WESELSKY und LINDT. Die weiteren sind nur makrochemisch zu benützen, so die Violettfärbung mit Eisenchlorid, die weisse Fällung mit Bleiessig und die Reduction alkalischer Kupfersulfatlösung. FRÖHDE's Reagens giebt ganz unsichere, grünliche Farbentöne, und auch das von NICKEL [2]) neuerdings empfohlene Nitroprussidnatrium, welches bei Gegenwart von Kalilauge eine kräftige, rothe Farbenreaction geben soll, ist wenigstens mikrochemisch unbrauchbar.

Die WESELSKY'sche Reaction beruht auf der Bildung eines Azofarbstoffes, des Benzolazophloroglucins, wobei zunächst das lösliche Anilin- oder Toluidinsalz durch Einwirkung von Kaliumnitrit in die entsprechende Diazoverbindung übergeführt wird. Nach NICKEL [3]) sind auch die Salze des Xylidins und Naphtylamins zu gleichem Zwecke verwendbar, oder man bedient sich direct einer fertigen Diazoverbindung, wie etwa des Diazoamidobenzols. Nimmt man Anilinsalz und Kaliumnitrit, so ist zu bemerken, dass in Folge der leichten Zersetzlichkeit der Diazokörper schon die Reagentien selbst einen gelben Farbstoff liefern, der bei längerem Stehen bräunlich wird. Zur Ausführung der Reaction giebt man ein wenig stark verdünnte Anilinnitratlösung auf den Schnitt, fügt einen Tropfen Kaliumnitritlösung hinzu und beobachtet die Farbenänderung. Die allein charakteristische Endreaction tritt bei Vorhandensein von 0,003 Phloroglucin nach 20 Minuten, von 0,0005 erst nach etwa 3 Stunden ein [4]); dieselbe ist makrochemisch ein scharfer, zinnoberrother Niederschlag, unter dem Mikroskope indessen meist nur gelbbraunroth. Diese beiden Factoren, die lange Dauer bis zum Auftreten der Endreaction, wodurch einer allgemeinen Verbreitung des Phloroglucins über die benachbarten Zellen Vorschub geleistet wird, und der bei geringen Phloroglucinmengen sehr wenig deutliche Niederschlag lassen diesen Nachweis nur geringwerthig erscheinen, und in der That hat auch VON WEINZIERL, welcher mit Hülfe desselben eine Anzahl Pflanzen auf Phloroglucingehalt prüfte [5]), selbst so beträchtliche Mengen übersehen, die schon mit Salzsäure bei Gegenwart ligninhaltiger Substanz starke Violettfärbung hervorrufen [6]).

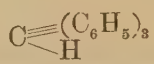
1) Weiteres cf. Physiolog. Theil.
2) Farbenreactionen der Kohlenstoffverbindungen. 1890, p. 87.
3) l. c., p. 20.
4) LINDT, Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie. 1885, p. 495.
5) Oest. bot. Zeitschr. 1876, p. 285.
6) cf. auch LINDT, l. c.

Der von LINDT angegebene Nachweis des Phloroglucins [1]) mittelst Vanillin bei Gegenwart von Salzsäure war eine Folge der bekannten Entdeckung SINGER's [2]), dass nicht das hypothetische Lignin, sondern in erster Linie das in allen verholzten Membranen vorhandene Vanillin es ist, welches die Färbung mit Phloroglucin-Salzsäure hervorruft. Aehnlich reagiren nur Orcin und Resorcin, doch ist bei diesen die Färbung mehr blauviolett und weniger scharf, daher sehr verdünnte Vanillinlösungen nur mehr mit Phloroglucin sich färben, wovon nach LINDT noch 0,000001 *g* bei Zutritt eines Tropfens Vanillinlösung in Salzsäure 0,005 : 4,0 sofort erkennbar sind. Der sich bildende rothe Farbstoff ist Phloroglucinvanilleïn

das auch als der Methyläther eines Oktooxytriphenylmethans



betrachtet werden kann und sich also wie viele technische Farben vom Triphenylmethan



ableitet. Welche dritten Körper den zuweilen mehr violetten Ton des Niederschlages sowie die gleiche Färbung verholzter Membranen hervorbringen, ist noch nicht sicher bekannt, vermuthungsweise wurde dafür das Brenzcatechin in Anspruch genommen. Vielleicht kommen auch Pyrogallolderivate dabei in Frage; denn wie vom Phloroglucin, so ist auch ein isomeres Pyrogallolvanilleïn bekannt, welches schon durch eine Spur Salzsäure hellblauviolett wird.

Es erübrigt hier noch, die Art des Niederschlages zu betrachten.

Das Phloroglucin, welches sich im Allgemeinen im Zellsafte gelöst findet, wird daraus mit Vanillin-Salzsäure feinkörnig gefällt. In Folge Contraction des Plasmas, welches sich, durch die Säure getödtet, alsbald tingirt, da der gebildete Farbstoff durchaus nicht so unlöslich ist, entsteht ein oft ziemlich gleichmässig gefärbt erscheinender Klumpen; in anderen Fällen bleibt der Niederschlag selbst bei längerer Einwirkung von Vanillin-Salzsäure noch feinkörnig. In meristematischen Zellen erscheint hierbei das Plasma sofort gefärbt, von den darin befindlichen Vacuolen aber einige farblos. Vielleicht lässt sich hieraus der Schluss ziehen, dass auch das Phloroglucin, wie dies von KLERCKER [3]) für Gerbstoffe nachgewiesen wurde, in jugendlichen Zellen häufig in

1) l. c.
2) Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1882, Bd. 85, I, p. 345.
3) Gerbstoffvacuolen. Stockholm, 1888, p. 18.

besonderen Bläschen gebildet wird, dass also im Plasma gleichzeitig phloroglucinführende und davon freie Vacuolen entstehen, die dann später zu einem einzigen phloroglucinhaltigen Zellsafte zusammenfliessen. Diese Auffassung wird noch dadurch bekräftigt, dass in vollkommen ausgebildeten Zellen einiger Pflanzen Phloroglucinblasen nachgewiesen wurden, kugelige oder in sehr engen Zellen etwas pfropfige Gebilde, den Gerbstoffvacuolen nicht nur ähnlich, sondern vielmehr identisch, d. h. dieselben führen gleichzeitig Phloroglucin und Gerbstoffe. Man könnte vielleicht einwenden, dass, da die Gerbstoffvacuolen von einer Plasmamembran umgeben sind, diese den Farbstoff speichert, aber man müsste doch wohl erwarten, dass dann hier und da auch ausserhalb der Vacuolen eine Färbung aufträte, was meist nicht der Fall war. Besonders schön wurde die Blasenbildung beobachtet in jungen Würzelchen von *Fagopyrum esculentum* und *Salix fragilis*, wo zahlreiche Zellen 1—3 solcher Vacuolen enthielten, die wesentlich grösser als die Zellkerne waren. Erwähnenswerth ist hier auch, dass nach KRAUS in den Gerbstoffvacuolen Zucker vorkommt, und dass sich dieselben unter dem Einflusse des Lichtes zuweilen roth färben (*Salix*[1]) zu Folge der Entstehung eines Farbstoffes, dessen Reactionen mit denen des Anthocyans übereinstimmen. Wir werden später sehen, dass das Phloroglucin, der „aromatische Zucker", in naher Beziehung hierzu steht. Endlich sei noch hervorgehoben, dass in manchen Fällen im Zellsafte überhaupt keine Fällung, sondern nur eine Rothfärbung desselben zu verzeichnen war.

Frühere Autoren, insbesondere PFEFFER[2]) und KLERCKER[3]), auch BÜSGEN[4]) bedienten sich unter Anderem zum Nachweise von Gerbstoffen der von PFEFFER eingeführten Methylenblauspeicherung. Aber schon PFEFFER selbst hatte wiederholt darauf hingewiesen[5]), dass Gerbsäure nicht der einzige die Speicherung des Methylenblaus bedingende Körper sei, sowie dass er, abgesehen von dieser, zur Zeit nicht in der Lage sich befinde, die Stoffe zu präcisiren, welche solche nicht diosmirenden Methylenblauverbindungen im Zellsafte bilden. Eine derselben ist nun das Phloroglucin, wie man sich leicht makrochemisch überzeugen kann, wenn man zu einer verdünnten, wässerigen Phloroglucinlösung einen Tropfen Methylenblaulösung setzt, wobei je nach dem Grade der Verdünnung sofort oder nach kurzer Zeit unter Entfärbung der Flüssigkeit ein tiefblauer, amorpher Niederschlag entsteht, der in kaltem Wasser so gut wie nicht, in Alkohol aber leicht löslich ist; daher erscheint auch die Möglichkeit einer nur physikalischen

1) cf. auch KLERCKER, l. c., p. 27.
2) Untersuchungen des bot. Inst. Tübingen, II, p. 186.
3) l. c., p. 7.
4) Verhalten d. Gerbst. Jena, 1889, p. 8.
5) l. c., p. 190.

Fällung ausgeschlossen. Demnach hat das Methylenblau einen weiteren Wirkungskreis, und es kann als specifisches Gerbstoffreagens nicht mehr betrachtet werden. Uebrigens ist es möglich, direct aus methylenblautingirtem Materiale eine Umfärbung in Roth mittelst Vanillin-Salzsäure zu erzielen, ebenso wie dies mit schwefelsäurehaltiger Kaliumdichromatlösung und nachfolgendem Auswaschen mit Citronensäurelösung für Gerbstoffe von PFEFFER gezeigt wurde.

Am Schlusse dieser allgemeinen und methodischen Bemerkungen ist es mir eine angenehme Pflicht, der Förderung dankbar zu erwähnen, die den folgenden Untersuchungen von dem Leiter des pflanzenphysiologischen Institutes der Königlichen Landwirthschaftlichen Hochschule, Herrn Professor Dr. B. FRANK, andauernd zu Theil wurde. —

Anatomisches.

Um die allgemeine Vertheilung des Phloroglucins kennen zu lernen, erschien es zweckmässig, zuvörderst die speciellere in's Auge zu fassen. Im Laufe der Untersuchungen wurden besonders Axenorgane und Laubblätter berücksichtigt, andere Pflanzentheile nur für die Erledigung einzelner Fragen. Da nun aber Wurzeln, Stämme und Zweige, beziehentlich Stengel sowie Stiele sich in Bezug auf Phloroglucingehalt ziemlich übereinstimmend verhielten, so konnte von der Sonderbetrachtung der einzelnen Gewebe dieser Organe Abstand genommen werden. Aus leicht ersichtlichen Zweckmässigkeitsgründen wurden als Prototyp aller dieser Axentheile, jüngere, meist zweijährige Zweige von den ausdauernden Gewächsen, von den ein- und zweijährigen aber stärkere Stengel zur Untersuchung verwendet. Das Material entstammte, von Ende Juni bis Ende September, stets Vormittags nach mehrstündiger Belichtung gesammelt, zumeist berliner Gärten; wo nöthig, wurde es verschiedenen Standorten entnommen.

I. Axenorgane.

Epidermis. Wo im Rindenparenchym überhaupt ein Phloroglucingehalt nachzuweisen war, trat die Reaction auch in der Epidermis ein. Dies zeigte sich besonders deutlich da, wo an und für sich jener Körper nur spärlich vorhanden war (*Coffea arabica*, *Deutzia gracilis*, *Oenothera biennis*, *Sambucus nigra*, *Syringa vulgaris*, *Veronica speciosa*), oder er kommt sogar allein in der Epidermis vor (*Celastrus japonicus*, *Galega officinalis*, *Taraxacum officinale*). Dass Phloroglucin in irgend einem Gewebe nachzuweisen war, ohne gleichzeitig in der Epidermis auch nicht spurenweise aufgefunden zu werden, wurde bisher nicht beobachtet, doch enthielten bei *Sedum spectabile* nur sehr vereinzelte Epidermiszellen Spuren davon, während im Phloëm stärkere Reaction auftrat. An den Kanten mancher Stengel, in dem zu mechanischen

Zwecken dort vorhandenen Collenchym, war eine nicht unbeträchtliche Anhäufung von Phloroglucin zu bemerken *(Geum urbanum)*. Irgend welche bestimmten Beziehungen des Phloroglucingehaltes der Epidermiszellen zu dem des anschliessenden Gewebes liessen sich nicht aufstellen, doch pflegten bei phloroglucinreicher Epidermis auch die nächstfolgenden ein oder zwei Zellreihen sich durch starke Reaction auszuzeichnen. Worauf es beruht, dass oftmals nur einzelne Epidermiszellen sehr kräftig reagiren, während dazwischen gelegene sich vollkommen negativ verhalten, war vorläufig nicht zu ermitteln, doch schienen concentrirtere Mineralsalzlösungen darauf nicht ohne Einfluss zu sein. Krystallzellen enthalten nämlich höchst selten, solche mit oxalsaurem Kalke wohl nie Phloroglucin; selbst in phloroglucinreichen Geweben bleiben sie nach Behandlung mit Vanillin-Salzsäure ungefärbt. Die Ursache dieser Erscheinung dürfte doch wohl nicht in den Krystallen selbst, als vielmehr in der umgebenden gesättigten Salzlösung zu suchen sein.

Kork. Im abgestorbenen, vollkommen impermeablen Korke scheint Phloroglucin als Inhalt stets zu fehlen, dagegen zeigen häufig die Membranen desselben bei der Vanillin-Reaction ansehnliche Rothfärbung. Das ursprünglich im Korkcambium vorhanden gewesene, im Zellsafte gelöste Phloroglucin trocknet mit diesem beim Absterben der Zellen in die Membranen ein, um hier, wie wir sehen werden, noch theilweise Verwendung zu finden.

Phellogen. Ganz anders verhält sich, wie schon erwähnt, der lebende Theil der Korkzone, indem derselbe überall, wo wenigstens der äusserste Theil der Rinde phloroglucinhaltig war, diesen Körper als gelösten Inhalt führt. Dies erscheint auch ganz erklärlich; denn sei es, dass die Korkinitialschicht aus der Epidermis oder wie meist aus der darunter liegenden Zelllage hervorgegangen ist, immer wird man erwarten dürfen, dass ihr Inhalt ebenso wie der ihrer Tochterzellen dem der Ausgangszellen entspricht, wobei allerdings eine Verdünnung desselben erfolgen müsste, wenn keine Regeneration statt hätte. Hiernach lässt sich von vornherein annehmen, dass in allen Fällen, wo sämmtliche Zellen der Epidermis, beziehentlich der darunter folgenden Schicht Phloroglucin enthalten, dies auch im Korkcambium und dem noch nicht abgestorbenen Korke zu finden sein wird; kommen dazwischen phloroglucinfreie Zellen vor, so sind auch im lebenden Korke solche zu finden. Meist ist auch der Gehalt des Phellogens an Phloroglucin kaum geringer als derjenige der Ausgangszellen.

Phelloderm. Das von den Korkinitialen nach innen abgeschiedene Phelloderm entspricht aus gleichen Gründen betreffs seines Phloroglucingehaltes den Ausgangszellen und mit aus obigem hervorgehenden Einschränkungen auch dem centrifugal gebildeten Korke.

Rindenparenchym. Nicht so gleichmässig liegen die Verhältnisse in dem primären Rindenparenchym. Hier sind die äusseren Zelllagen,

mindestens die äusserste, nicht nur an sich phloroglucinreicher *(Myricaria germanica, Salix purpurea, Tilia platyphyllos)*, sondern es enthält auch Zelle für Zelle diesen Körper *(Aesculus* spec., *Castanea vesca, Corylus Avellana, Crataegus Oxyacantha, Pirus Aucuparia)*, während in dem inneren Theile die Reaction eine schwächere zu sein pflegt und überdies in der Mehrzahl der Zellen gar nicht auftritt *(Corylus Avellana, Pirus Aucuparia, Salix fragilis)*. Es kam auch vor, dass, während der äussere Theil der primären Rinde (Collenchym) phloroglucinreich war, der innere sich auffallend arm daran erwies *(Prunus domestica, Tilia platyphyllos, T. tomentosa)*. Hiermit steht im Zusammenhange, dass in letzteren Fällen reichlich Krystallzellen vorhanden waren. Die speciellere Anordnung der phloroglucinführenden Zellen im inneren Theile der primären Rinde ist eine meist ganz unregelmässige *(Castanea vesca, Pirus Aucuparia, Salix fragilis)*; zuweilen bringt die Vanillinreaction ein netzig roth gefeldertes Bild hervor, indem eine Gruppe phloroglucinfreier Zellen von einem eckigen Kranze phloroglucinhaltiger umgeben ist *(Quercus palustris)*. Eine Ausnahme von dem nach innen zu abnehmenden Gehalte macht sehr häufig die innerste, den Bastgruppen anliegende Zellreihe, welche oft in allen Zellen und zwar stark auf Phloroglucin reagirt *(Crataegus Oxyacantha, Pirus Aucuparia, Rosa canina, Tilia tomentosa)*. Zuweilen war aber eine Abnahme des Phloroglucingehaltes nach dem inneren Rindenparenchym überhaupt nicht zu erkennen *(Elaeagnus angustifolia, Platanus occidentalis, Populus alba)*; immerhin erwiesen sich selbst dann zahlreiche Zellen phloroglucinleer, und eine primäre Rinde, deren sämmtliche Zellen gleichmässig Phloroglucinreaction zeigten, kam nicht zur Beobachtung.

Bastfasern. Während die dünnwandigen parenchymatischen Elemente in der Nähe der Bastgruppen relativ phloroglucinreich zu sein pflegen, sind die Bastfasern selbst in den meisten Fällen frei davon, oder es findet sich in einigen wenigen derselben spärlicher Phloroglucingehalt *(Castanea vesca, Corylus Avellana, Cydonia vulgaris, Prunus Padus, Quercus palustris, Tilia tomentosa)*, und nur selten konnte man die Bastgruppen durchweg als phloroglucinhaltig bezeichnen *(Platanus occidentalis, Prunus avium)*. Wo dieser Körper in einzelnen Bastfasern vorkommt, erkennt man häufig, dass die Wandverdickung der betreffenden Zellen noch keine abgeschlossene ist, und ein entwickelungsgeschichtlicher Vergleich zeigt in der That, dass dort, wo später phloroglucinfreie Bastgruppen auftreten, ursprünglich phloroglucinhaltige Zellen vorhanden waren. Dass aber das allmähliche Schwinden dieses Körpers bei der Ausbildung der Bastfasern kein unumgänglich nöthiges ist, zeigen die erwähnten Ausnahmen. Bastbelege einiger älteren Zweige und Stämme waren vollkommen phloroglucinfrei *(Betula alba, Quercus sessiliflora)*.

Steinparenchym (Sklerenchym). Im Gegensatze zu den prosenchymatischen Bastfasern ist das Steinparenchym der Regel nach phloroglucinhaltig, obgleich auch hier der Gehalt gegen die anliegenden dünnwandigen Parenchymzellen ein geringerer ist *(Betula alba, Quercus pedunculata)*.

Siebröhren und **Cambiform** entsprechen insofern den Bastfasern, als ein Phloroglucingehalt dieser Elemente nur selten vorkommt; so beispielsweise in den Siebröhren von *Phaseolus multiflorus*. — Im Gegensatze hierzu und in Uebereinstimmung mit den bisher besprochenen parenchymatischen Elementen ist aber das den Siebtheil durchsetzende secundäre

Phloëmparenchym in den meisten der diesen Körper führenden Pflanzen phloroglucinhaltig *(Camellia japonica, Corylus Avellana, Crataegus Oxyacantha, Myricaria germanica, Pirus Aucuparia, Quercus palustris, Salix purpurea)*, wenn auch mit Ausnahme der Rindenstrahlen schwächer als das primäre *(Amygdalus communis, A. Persica, Castanea vesca, Cydonia vulgaris, Juglans regia, Platanus occidentalis, Prunus armeniaca, Rhus typhina, Rosa canina, Tilia platyphyllos, T. tomentosa)*; doch kommt es auch vor, dass beide schätzungsweise übereinstimmen *(Rhamnus Frangula, Quercus palustris)*. Relativ phloroglucinreich sind aber bei den Angiospermen stets die Rindenstrahlen (Aceraceen, Amentaceen, Hippocastanaceen, Rosaceen, Tiliaceen), nicht jedoch bei den Coniferen, wo sogar phloroglucinfreie Rindenstrahlen vorkamen, wiewohl bei sämmtlichen untersuchten Coniferen die Vanillinreaction ziemlich stark auftrat, zumal in den zwischen den Bastfasern angeordneten concentrischen Phloëmbinden. Als besonderer Fall sind auch noch aussergewöhnlich breite Rindenstrahlen *(Tilia)* hervorzuheben, in denen gewisse Zellreihen auffallend stark reagiren. Solche Reihen bilden einmal Tangentialbänder, zum anderen begrenzt je eine Radialreihe den Rindenstrahl beiderseits. — Ist ursprünglich die primäre Rinde der Hauptsitz der Phloroglucinablagerung und dem secundären Phloëm gegenüber durch stärkere Reaction ausgezeichnet, so fällt dies naturgemäss fort, sobald erstere abgeworfen wurde; später kann der Phloroglucingehalt der secundären Rinde selbst den der ehemals vorhanden gewesenen, primären übertreffen. — Auch im

Cambium findet sich unser Körper, indessen nicht in allen Elementen, denn wir haben schon hier zwischen cambialen parenchymatischen und prosenchymatischen Zellen zu unterscheiden, und nur in ersteren können wir auf Grund bereits erörterter Thatsachen allgemein einen Phloroglucingehalt vermuthen. Dies wird durch die Beobachtung bestätigt; aber nur in dem cambialen Theile der Rinden- und Markstrahlen pflegt die Reaction eine deutlichere zu sein, zumal bei den Pflanzen, wo auch die Markstrahlen beträchtlicheren Phloroglucingehalt zeigen *(Castanea vesca, Pirus Aucuparia, Prunus*

avium, Quercus palustris). Geben noch andere Elemente Rothfärbung mit Vanillin-Salzsäure, so dürften dieselben als Zellen des Phloëmparenchyms oder des Holzparenchyms anzusprechen sein mit den Ausnahmen, welche für das secundäre Phloëm und den Holzring gelten. Ausser in den cambialen Markstrahlen ist aber der Phloroglucingehalt des Cambiums überhaupt nur sehr gering.

Markstrahlen. Dass sich Mark- und Rindenstrahlen gleichwerthig verhalten, dürfte man von vornherein anzunehmen geneigt sein. Dem ist nun in der That so, jedoch mit der Einschränkung, dass in den Markstrahlen der Phloroglucingehalt fast stets ein geringerer ist *(Crataegus Oxyacantha, Quercus palustris, Salix fragilis, S. purpurea, Viburnum Tinus).* Bei den Coniferen ist derselbe in beiden gleich gering und höchstens gegen das Mark hin ein wenig stärker. Das übrige Holzparenchym wies nur zuweilen Phloroglucingehalt auf und nur bei wenigen Pflanzen in beträchtlicherer Menge *(Aesculus* spec., *Alnus glutinosa, Prunus avium, Tilia* spec.).

Gefässe und **Holzfasern** erwiesen sich für gewöhnlich phloroglucinfrei und nur selten war dieser Körper in vereinzelten Gefässen, kaum häufiger in Holzfasern vorhanden. Dagegen ergaben die Tracheïden der Coniferen, zumal die weitlumigen des sogenannten Frühjahrsholzes, gar nicht selten ziemlich kräftige Reaction *(Chamaecyparis Nutkaensis, Larix sibirica).*

Markgrenze. Mit den Markstrahlen pflegt auch die Markgrenze noch zu den am meisten phloroglucinhaltigen Theilen des, gegen die Rinde betrachtet, daran so armen Holzkörpers zu gehören. Häufig enthält Zelle für Zelle, wenn auch nicht viel, Phloroglucin, so dass hier durch Behandlung mit Vanillin-Salzsäure ein rother Ring entsteht *(Salix fragilis, S. purpurea, Pirus Aucuparia, Tilia tomentosa).* Gewöhnlich aber finden sich neben phloroglucinhaltigen solche Zellen, die sicher frei davon sind *(Camellia japonica, Castanea vesca, Myricaria germanica, Prunus avium, Quercus palustris, Viburnum Tinus),* oder es tritt ein solcher Gehalt nur in ganz vereinzelten Zellen auf *(Elaeagnus angustifolia).* Aber auch innerhalb dieser Typen finden sich noch mancherlei Abweichungen; so trat beispielsweise einmal bei *Salix fragilis* die Vanillinreaction im Holzkörper auch in den Markstrahlen sehr spärlich auf, während die Zellen der Markgrenze ziemlich stark reagirten, und bei *Populus alba* war letztere phloroglucinfrei, trotzdem die Markstrahlen Röthung mit Vanillin-Salzsäure ergaben; allerdings reagirte hier auch das Mark nicht. — Noch specifisch verschiedener, nicht nur bei den einzelnen Familien und Gattungen, sondern auch den Arten derselben Gattung, verhielt sich das

Mark. In fast sämmtlichen Markzellen war Phloroglucin bei vielen Coniferen vorhanden *(Chamaecyparis Nutkaensis, Taxus baccata, Thuja occidentalis)*; häufig indessen waren nicht alle, wohl aber der grösste

Theil phloroglucinhaltig *(Castanea vesca, Platanus occidentalis, Prunus avium, Larix sibirica)*. Fand sich bei der Vertheilung desselben eine gewisse Regelmässigkeit, so erschien, wie bei der Rinde, der Querschnitt nach Behandlung mit Vanillin-Salzsäure gefeldert *(Quercus palustris)* Noch deutlicher trat dies da zu Tage, wo überhaupt zwischen inhaltführenden und inhaltfreien Markzellen zu unterscheiden war. Erstere zeichneten sich durch stärkere Wandverdickung, grössere Porosität und geringeren Rauminhalt aus und konnten als Speicherzellen für Phloroglucin, Gerbstoffe, Stärke etc. angesehen werden, sofern sie nicht Krystalle führten *(Camellia japonica, Rosa* spec.). Die zwischen hinein gelagerten, viel grösseren, dünnwandigen Zellen entbehrten mit den anderen Inhalten auch des Phloroglucins. Während aber hier immer noch etwa die Hälfte der Markzellen diesen Körper führte, waren es in anderen Fällen nur mehr vereinzelte *(Elaeagnus angustifolia, Prunus Padus, Salix fragilis, S. purpurea, Pirus Aucuparia, Tilia platyphyllos)*. Endlich fand sich auch eine ganze Reihe von Pflanzen, deren Mark Phloroglucin nicht enthielt *(Acer platanoïdes, Cornus mas, Populus alba, Prunus domestica, Rhamnus Frangula)*, selbst da nicht, wo die betreffende Pflanze im Uebrigen ziemlich reich daran war.

Haare und **Drüsenhaare** entsprachen in Bezug auf Phloroglucingehalt den Epidermiszellen, aus welchen sie durch Ausstülpung hervorgegangen waren, doch erschien die Reaction durchweg schwächer *(Corylus Avellana, Platanus occidentalis, Rosa* spec.). Auffallend war, dass bei *Vicia Faba* (Wassercultur) nur die Trichome und zwar ziemlich stark mit Vanillin-Salzsäure sich färbten, nicht aber die übrigen Epidermiszellen.

Wie schon erwähnt, verhielten sich die Wurzeln den Zweigen und Stämmen ganz ähnlich, vielleicht mit dem Unterschiede, dass nicht selten die primäre Rinde an vorhandener Phloroglucinmenge gegen das innerhalb der Endodermis gelegene secundäre Phloëm mehr oder weniger zurückzustehen schien, das letztere also früher als Stapelplatz für diesen Körper auftrat, was in den Zweigen erst mit dem Abwerfen der primären Rinde in erhöhtem Maasse der Fall war. Sehr häufig reagirten die Wurzeln im Durchschnitte aber stärker als die oberirdischen Axenorgane. Speciell haben wir für die Wurzeln nachzutragen:

Wurzelhaare. Dieselben entsprachen wie die Trichome der oberirdischen Organe den Epidermiszellen, aus welchen sie sich ausgestülpt hatten und waren beispielsweise phloroglucinhaltig bei *Fagopyrum esculentum, Aesculus Hippocastanum, Salix fragilis,* doch ist der Gehalt nicht bedeutend.

Endodermis. Bei den meisten Phloroglucin in einiger Menge enthaltenden Pflanzen war dies zwar auch in der Endodermis vorhanden *(Aesculus Hippocastanum, Pirus communis, Crataegus Oxyacantha)*, aber

keineswegs in solchen Mengen, wie etwa in den Parenchymscheiden der kleineren Blattbündel.

Pericambium. Das der Endodermis sich anlegende Pericambium pflegte einen relativ beträchtlichen Phloroglucingehalt aufzuweisen, was besonders da zum Ausdrucke kam, wo die Anlage von Nebenwurzeln vor sich ging, wo also eine hervorragend gesteigerte Bildungsthätigkeit statt hatte *(Aesculus, Quercus, Salix, Acer* spec.).

Wurzelhaube. Auch die Zellen der Wurzelhaube enthielten häufig Phloroglucin, sei es in einem Theile derselben oder in allen (*Fagopyrum esculentum, Aesculus* und *Salix* spec.). Mit eintretender Verschleimung hörte die Reactionsfärbung auf.

Luftwurzeln. Die Frage, ob Luftwurzeln sich in Bezug auf Phloroglucingehalt abweichend von den echten Wurzeln verhielten, konnte vorläufig nicht endgiltig entschieden werden, da an sich phloroglucinhaltige Pflanzen mit Luftwurzeln nicht zur Verfügung standen. Bei *Chlorophytum Sternbergianum, Dendrobium chrysanthum* und *Philodendron pertusum* fehlte Phloroglucin nicht nur in den Luftwurzeln, sondern überhaupt.

Rhizome und **Zwiebeln** verhielten sich als unterirdische Stammorgane diesen ähnlich, ebenso Ausläufer. Zu bemerken war jedoch, dass Rhizome meist stärker reagirten als Wurzeln und Stengel *(Fragaria elatior, Geum urbanum, Tormentilla erecta)*, während sonst meist die Wurzeln als der phloroglucinreichste Theil einer Pflanze anzusehen waren.

Blattstiele und als deren Fortsetzung die starken Mittelnerven der Blätter, ebenso die Blüthenstiele schlossen sich in Bezug auf etwaigen Phloroglucingehalt ganz den Zweigen an, von denen sie ausgingen, nur war die Reaction meist schwächer *(Aesculus, Quercus, Salix* spec.).

II. Blattorgane.

Laubblätter. Dem Mittelnerv entsprechend verhielten sich mit abnehmender Reactionsintensität auch die feineren und feinsten Blattnerven, nur die Parenchymscheiden der kleinen Bündel waren nicht selten auffallend phloroglucinreich *(Camellia japonica, Castanea vesca, Hypericum perforatum, Pirus Aucuparia, Salix fragilis, Tilia tomentosa)*. Eine oft beträchtliche Anhäufung dieses Körpers fand sich an den Blatträndern, wo ein lebhafter Säfteandrang stattfindet und die feinsten Nervenendigungen liegen; insbesondere war es das zu mechanischen Zwecken dort vorhandene Collenchym, welches starke Reaction zeigte *(Betula alba, Fragaria vesca, Geum urbanum, Gingko biloba, Rosa canina)*. Eine gleiche Anhäufung war des Weiteren in der Nähe der Bündel zu bemerken; so im grünen Gewebe *(Betula alba, Castanea vesca, Rosa canina)*, wo zuweilen, wenigstens zeitweise, Phloroglucin fast

ausschliesslich nachzuweisen war, dann auch in der Epidermis, so dass man auf Flächenschnitten nach Einwirkung von Vanillin-Salzsäure den Nervenverlauf schon nach der Rothfärbung beurtheilen konnte (*Hypericum perforatum, Juglans regia, Phaseolus vulgaris, Tilia platyphyllos*). Hierzu trug noch bei, dass das die Blattbündel mit der Epidermis der Oberseite verbindende collenchymatische Gewebe gleichfalls verhältnissmässig phloroglucinreich war. Wo die Palissaden, mochten sie ein- oder mehrreihig sein, sich nicht durch ein derartiges Gewebe unterbrochen erwiesen, hoben sich oftmals diejenigen Zellen derselben durch stärkere Reaction ab, welche die Verbindung der Bündel mit der Epidermis herstellten (*Castanea vesca, Salix* spec.).

War in den Laubblättern ein Phloroglucingehalt nachzuweisen, so konnte die Epidermis a) allein (beiderseits in den Keimblättern von *Fagopyrum esculentum*, in Laubblättern bisher noch nicht beobachtet), b) auch das grüne Gewebe diesen Körper führen (*Aesculus* spec., *Castanea vesca, Platanus occidentalis*) oder aber c) frei davon sein, während das Mesophyll reagirte (*Coffea arabica, Oenothera biennis, Pirus Aucuparia, Rhamnus Frangula, Salix purpurea*). Dass die Epidermis der Oberseite, nicht aber die der Unterseite Phloroglucin enthielt, wurde nur bei *Prunus avium* und selbst hier nicht constant beobachtet. Häufig genug minderten aber graduelle Verschiedenheiten die Schärfe dieser Typen und bildeten allmähliche Uebergänge. Betreffs der Reactionsstärke zeigte sich, dass dieselbe sehr gross war und zugleich in allen oder doch fast allen Zellen auftrat bei *Aesculus Hippocastanum, Camellia japonica, Corylus Avellana, Hypericum perforatum, Platanus occidentalis, Viburnum Tinus*, nur äusserst spärlich in einigen wenigen Epidermiszellen sich zeigte bei *Ampelopsis quinquefolia, Betula alba, Prunus armeniaca, Pr. avium, Robinia Pseud-Acacia, Rhus Toxicodendron, Salix Caprea;* die Mehrzahl lag zwischen diesen Extremen. Die Schliesszellen enthielten in phloroglucinhaltiger Epidermis durchweg diesen Körper. Die Trichome richteten sich auch hier ganz nach den Zellen, aus welchen sie hervorgegangen waren, enthielten also Phloroglucin bei *Corylus Avellana, Geum urbanum, Platanus occidentalis, Prunus Padus, Rhus typhina, Rosa canina, Tilia tomentosa;* bei *Vicia Faba* wurde ein beträchtlicher Phloroglucingehalt in den Trichomen nachgewiesen, während die übrige Epidermis frei davon war und auch sonst in der ganzen Pflanze nur noch Spuren vorkamen. Endlich wäre hier noch bemerkenswerth, dass die Epidermis der Blattoberseite nicht selten stärker reagirte, als die der Unterseite; das Umgekehrte wurde nur bisweilen bei *Prunus Padus* beobachtet.

Wo die Axenorgane phloroglucinreich waren, galt meist ein gleiches für das Mesophyll der Blätter (*Aesculus* spec., *Camellia japonica, Corylus Avellana, Platanus occidentalis*); erwiesen sich jene arm daran, so pflegte es auch dieses zu sein (*Oenothera biennis, Phaseolus vulgaris,*

Vicia Faba). Indessen kamen Ausnahmen vor. So waren die Blätter relativ phloroglucinärmer bei *Betula alba, Pirus Aucuparia, Prunus avium*, reicher bei *Coffea arabica;* überhaupt keine Reaction im grünen Gewebe und der Epidermis — wohl aber in den Nerven — trat auf bei *Elaeagnus angustifolia* und *Galega officinalis*, ob dauernd, ist noch zu untersuchen.

Betreffs der specielleren Vertheilung des Phloroglucins im Palissaden- und Schwammparenchym liessen sich irgend welche allgemeineren Gesichtspunkte nicht aufstellen, ersteres war häufig reicher daran und zeigte Zelle für Zelle Rothfärbung mit Vanillin-Salzsäure *(Coffea arabica, Corylus Avellana, Juglans regia, Tilia platyphyllos, T. tomentosa)*, während meist nur ein Theil der Schwammparenchymzellen reagirte; aber auch dies war durchweg stark phloroglucinhaltig bei *Camellia japonica, Cydonia vulgaris, Platanus occidentalis, Spiraea latifolia, Sp. trilobata, Viburnum Tinus.* Bei *Evonymus radicans* enthielt es recht ansehnliche Mengen dieses Körpers, während von den Palissaden nur sehr vereinzelte die Reaction gaben. Es trat auch wohl die Färbung jederseits in der äussersten Zellreihe des grünen Gewebes kräftiger auf, eine Eigenschaft, die bei den centrischen Blättern nichts Auffallendes bot, bei den bifacial gebauten aber bemerkenswerth schien *(Salices; Robinia Pseud-Acacia, Crataegus Oxyacantha)*. In den Krystallzellen der Blätter fehlte Phloroglucin wie in denen der Axenorgane.

Es erübrigt noch die Aufzählung der Fälle, wo Phloroglucin in den Blättern nicht nachzuweisen war. Hierher gehören zunächst die Gewächse, welche dieses Körpers überhaupt vollkommen entbehren *(Aristolochia Sipho, Camelina sativa, Carum Carvi, Chlorophytum Sternbergianum, Clematis montana, Cl. panniculata, Cl. recta, Cl. songarica, Cochlearia Armoracia, Cytisus Laburnum, Delphinium elatior, Dendrobium chrysanthum, Erigeron canadensis, Foeniculum vulgare, Fraxinus excelsior, Ilex Aquifolium, Ligustrum vulgare, Linum usitatissimum, Melandryum album, Papaver somniferum, Peperomia pereskiifolia, Philodendron pertusum, Pisum sativum, Solanum Dulcamara, S. Lycopersicum, S. capsicastrum, S. nigrum, S. Schlechtendalianum, S. tuberosum, Tradescantia virginica, Zea Mays)*. Aber es kamen auch Pflanzen zur Beobachtung, bei denen in den Axenorganen Phloroglucin, wenn auch nur in geringen Mengen, aufgefunden wurde, deren Blätter gleichwohl nicht eine Andeutung der Reaction aufwiesen *(Celastrus japonicus, Deutzia gracilis, Sambucus nigra, Syringa vulgaris, Taraxacum officinale);* dagegen führten alle Pflanzen, deren Axenorgane mit Vanillin-Salzsäure kräftig reagirten, auch in den Blättern Phloroglucin.

Niederblätter und **Hochblätter** waren häufig phloroglucinhaltig; sie dürften sich darin nach den Organtheilen richten, von denen sie gebildet wurden, sofern sie nicht als Ablagerungsstätten auftreten, wie die meist relativ phloroglucinreichen Knospenschuppen für den Vege-

tationspunkt, Verhältnisse, die uns anlässlich physiologischer Erörterungen näher beschäftigen werden. Hochblätter waren phloroglucinhaltig bei *Platanus*, *Salix* und *Tilia*-Arten.

Kelch-, Blüthen-, Staub- und **Fruchtblätter** zeigten gleichfalls nicht selten ansehnlichen Phloroglucingehalt. So reagirten mit Vanillin-Salzsäure die Kelchblätter von *Erica Tetralix* ziemlich, die Blumenkrone derselben Pflanze sehr stark; Blüthenblätter von *Fagopyrum esculentum*, *Impatiens Balsamine* und *Polygonum polystachyum* mittelstark. Die Staubfäden waren meist ärmer daran als ihre Staubbeutel, die sich vielfach ausnehmend kräftig rötheten *(Impatiens Balsamine, Polygonum* spec.). Bei *Rosa* spec. cult. *(Mrs. Bosanquet)* reagirte nur das Connectiv. Der Blüthenstaub war bei den genannten Pflanzen phloroglucinfrei. Fruchtknoten zeigten oft mittleren Gehalt *(Phaseolus multiflorus, Polygonum polystachyum, Rosa* spec.), bei *Erica Tetralix* reagirten auch die Ovula stark. Griffel schienen nur mässig phloroglucinhaltig zu sein *(Erica Tetralix, Fagopyrum esculentum, Impatiens Balsamine)*, etwas reicher waren in allen untersuchten Fällen die Narben. Was endlich die ausgereifte Frucht anbetrifft, so konnte man die Vertheilung des Phloroglucins meist als derart erkennen, dass Embryo und Endosperm wenig oder nichts, die Samenschale viel von diesem Körper enthielt, während die Fruchtschale in der Mitte stand und nur an der Anheftungsstelle der Samen stärkeren Gehalt daran zeigte (*Aesculus* spec., *Phaseolus multiflorus, Vicia Faba)*.

Von besonderen anatomischen Elementen wurden noch berücksichtigt zunächst die Schleimzellen. Dieselben erwiesen sich in allen untersuchten Fällen phloroglucinfrei, gleichgiltig, welcher Art und Herkunft der betreffende Schleim war. Das Gleiche ergab sich für die Zellen mit ätherischem Oele und die Excreträume, mochten sie schizo- oder lysigener Natur sein; auch die secernirenden Zellen enthielten meist kein Phloroglucin, wohl aber die diese einschliessenden ein- oder mehrreihigen Parenchymzellringe. Gummi gab zuweilen schwache Färbung mit Vanillin-Salzsäure (Pruneen), was auf eine geringe mechanische Beimengung von Phloroglucin zurückzuführen sein dürfte. Die Milchsaftschläuche verhielten sich ganz verschieden. Ihr Saft war phloroglucinfrei bei *Euphorbia Cyparissias* und *Taraxacum officinale*; er enthielt höchstens Spuren davon bei *Acer platanoides*, mehr bei *Sambucus nigra* und war reich daran bei *Scorzonera hispanica*. Bemerkt sei noch, dass sämmtliche hier aufgeführten Beispiele sich auf Pflanzen beziehen, bei denen Phloroglucin in anderen Elementen nachgewiesen war; dass etwa Schleim- oder Oelzellen, Milchröhren und Excretgänge allein auf Phloroglucin reagirt hätten, wurde nicht beobachtet. Gallen schienen sich hierin ganz nach ihrer Mutterpflanze zu richten; Phloroglucingehalt wurde nachgewiesen z. B. in denen von *Cynips divisa* an Eichenblättern und von *Rhodites rosae* an Rosenblättern.

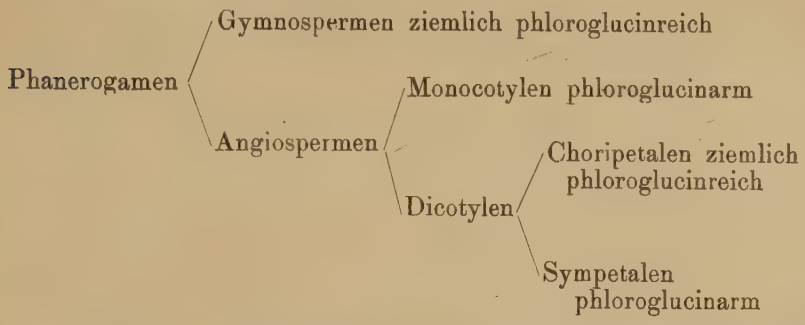
Sodann ist noch hervorzuheben, dass fast stets aus phloroglucinhaltigen Mutterzellen ebensolche Tochterzellen hervorgehen. Aus diesem Grunde wird man von vornherein annehmen können, dass bei der ursprünglichen Gewebedifferenzirung der Axenorgane die phloroglucinhaltigen Zellen sich stets reihenweise an einander schlossen, und in der That fällt eine solche Anordnung, zumal in Längsschnitten, als ausserordentlich regelmässig auf. —

Gehen wir nun zur allgemeineren Verbreitung des Phloroglucins über. Im Laufe der Untersuchungen hatte sich herausgestellt, dass die vorhandenen Arten einer und derselben Gattung in Bezug auf jenen Körper keine allzu grossen Abweichungen zeigten, und man konnte an den Grundsätzen festhalten, dass, wo eine Art phloroglucinreich war, auch die anderen diesen Stoff wenigstens in einiger Menge enthielten, dass aber, wo eine völlig phloroglucinfreie Pflanze vorkam, keine andere derselben Gattung reich daran gefunden wurde, während bei durchschnittlich mittlerem Gehalte sowohl phloroglucinreiche wie -arme vorhanden sein konnten. So waren:

1. Phloroglucinreich:
   Platanus occidentalis, orientalis.
   Aesculus Hippocastanum, discolor, indica, lutea, parviflora, rubra.
   Amygdalus communis, nana, Persica, persicioïdes.
   Prunus Armeniaca, avium, Cerasus, Mahaleb, Padus (Prunus domestica mittel).
   Tilia intermedia, parvifolia, platyphyllos, pubescens, tomentosa (T. americana mittel).
2. Mittleren Phloroglucingehalt zeigten:
   Evonymus alata, latifolia, radicans, verrucosa (E. europaea schwach).
   Spiraea callosa, media, prunifolia, syringiflora, thalictroïdes, trilobata (Sp. latifolia stark, *Aruncus* und *Ulmaria* Spuren).
3. Phloroglucinarm waren:
   Clematis cordata, integrifolia, lathyrifolia, maritima, ochroleuca, revoluta, Vitalba, Viticella (Cl. Flammula, terniflora mittel, *Cl. montana, panniculata, recta, songarica* frei).
   Euphorbia Gerardiana, nicaeensis, orientalis, palustris, salicifolia, verrucosa frei oder nur Spuren (*E. Cyparissias* ziemlich stark).
   Peucedanum Besserianum, coriaceum, longifolium, officinale frei oder minimale Spuren (*P. Cervaria, ruthenicum* schwach).
4. Kein Phloroglucin konnte nachgewiesen werden in:
   Solanum capsicastrum, Dulcamara, Lycopersicum, nigrum, Schlechtendalianum, tuberosum.

In Bezug auf die systematische Vertheilung des Phloroglucins im höheren Pflanzenreiche liess sich auf Grund der vorliegenden, fast 200 Pflanzen berücksichtigenden Resultate folgende Uebersicht aufstellen:

Gefässkryptogamen ziemlich phloroglucinreich.



Am meisten Phloroglucin dürfte, soweit sich dies mikrochemisch beurtheilen liess, in den Rosaceen, Amentaceen, Platanaceen und Hippocastanaceen enthalten sein; ausserdem waren die Ternstroemiaceen und Tiliaceen reich daran, und die Coniferen gaben letzteren nicht viel nach. Etwas weniger beträchtlich war der Phloroglucingehalt bei den untersuchten Aceraceen, Ampelideen, Anacardiaceen, Celastraceen, Cistaceen, Cornaceen, Hypericaceen, Lythraceen, Myrtaceen, Polygonaceen, Saxifragaceen, Tamaricaceen, Violaceen, noch geringer meist bei Araliaceen, Berberidaceen, Crassulaceen, Elaeagnaceen, Euphorbiaceen, Onagraceen, Papilionaceen, Ranunculaceen, Rhamnaceen, Ulmaceen, Umbelliferen. Phloroglucin wurde nicht gefunden bei den untersuchten Aristolochiaceen, Caryophyllaceen, Cruciferen, Papaveraceen und Rutaceen. Familien, von denen nur je ein Repräsentant berücksichtigt war, wurden in diese Zusammenstellung nicht aufgenommen. Von den untersuchten Sympetalen besassen nur die Ericaceen einen erheblicheren Phloroglucingehalt.

Was nun die Vertheilung im Gewächsreiche anbetrifft, so enthielten von 185 genauer untersuchten Pflanzen 135 Phloroglucin, und zwar 51 reichlich, 41 mittel, 43 wenig und 50 keines. Dies entspricht 73, beziehentlich 27 pCt. Die berücksichtigten Coniferen (10) führten sämmtlich diesen Körper. Die Zahl der untersuchten Gefässkryptogamen und Monocotylen war zu gering, um eine Procentberechnung einigermassen entsprechend erscheinen zu lassen. Von 168 Dicotylen waren 48 = 29 pCt. phloroglucinfrei; eine Zahl, die sich wesentlich änderte, wenn Choripetalen und Sympetalen für sich betrachtet wurden, indem sie für erstere auf 26,5 pCt. (39 : 146) fiel, für letztere auf 41 pCt. (9 : 22) stieg. Diese Resultate stellten sich im Gegensatze zu denen VON HÖHNEL's wie folgt:

	VON HÖHNEL pCt.	WAAGE pCt.
Gymnospermen	alle	alle
Monocotylen	$^1/_3$	ca. $^1/_2$
Choripetalen	$^2/_3$	73,5
Sympetalen	$^1/_3$	57,0
Insgesammt	51,0	73,0

Dass letztere Zahlen sich höher stellten, dürfte einerseits darauf zurückzuführen sein, dass mittelst Vanillin-Salzsäure noch solche Spuren nachgewiesen werden konnten, die mit Salzsäure allein der Beobachtung entgingen; andererseits wurden in zweifelhaften Fällen auch noch Wurzeln, Knospen und Früchte zur Sicherung des Resultates herangezogen, was v. HÖHNEL unterlassen hatte.

Viel auffallender als die systematische Vertheilung war diejenige nach der Vegetationsdauer der Pflanzen. Schon bei allgemeiner Betrachtung der oben angeführten Familien entging uns nicht, dass diejenigen, welche als phloroglucinreich bezeichnet werden konnten, solche waren, deren Arten zumeist baum- oder strauchartig auftraten, während umgekehrt Familien aus meist krautartigen Pflanzen einen relativ geringen Gehalt aufwiesen; von jenen führten 85 pCt., von diesen nur 50 pCt. Phloroglucin.

Um für weitere Untersuchungen einen Anhalt zu geben, sei hier noch eine alphabetische Aufzählung derjenigen Pflanzen angefügt, in denen ein Phloroglucingehalt sicher nachgewiesen werden konnte:

Abies pectinata.
Acer platanoïdes.
Adiantum Capillus Veneris.
Aesculus discolor.
„ *Hippocastanum.*
„ *indica.*
„ *lutea.*
„ *parviflora.*
„ *rubra.*
Ampelopsis quinquefolia.
Amygdalus communis.
„ *nana.*
„ *Persica.*
„ *persicioïdes.*
Armeria vulgaris.
Azalea indica.
Betula alba.
Calla palustris.
Camellia japonica.
Castanea vesca.
Celastrus japonicus.
Chamaecyparis Nutkaensis.
Clematis cordata.
„ *Flammula.*
„ *integrifolia.*
„ *lathyrifolia.*
Clematis maritima.
„ *ochroleuca.*
„ *revoluta.*
„ *terniflora.*
„ *Vitalba.*
„ *Viticella.*
Coffea arabica.
Cornus alba.
„ *mas.*
Corylus Avellana.
Crataegus monogyna.
„ *Oxyacantha.*
Crocus iridiflorus.
Cydonia japonica.
„ *vulgaris.*
Deutzia gracilis.
Elaeagnus angustifolia.
Erica Tetralix.
Erythroxylon Coca.
Evonymus alata.
„ *europaea.*
„ *latifolia.*
„ *radicans.*
„ *verrucosa.*
Euphorbia Cyparissias.
Fragaria elatior.

Fragaria vesca.
Galega officinalis.
Geum urbanum.
Gingko biloba.
Gossypium herbaceum.
Hypericum perforatum.
„ *quadrangulum.*
Impatiens Balsamine.
Juglans regia.
Juniperus communis.
Larix decidua.
„ *sibirica.*
Myricaria germanica.
Neottopteris Nidus.
Oenothera biennis.
Peucedanum Cervaria.
„ *ruthenicum.*
Phaseolus multiflorus.
„ *vulgaris.*
Pinus silvestris.
„ *montana.*
Pirus communis.
„ *Malus.*
„ *Aucuparia.*
„ *Aria.*
Platanus occidentalis.
„ *orientalis.*
Polygonum Fagopyrum.
„ *polystachyum.*
Polypodium Thelypteris.
Populus alba.
„ *nigra.*
„ *pyramidalis.*
„ *tremula.*
Primula chinensis.
Prunus armeniaca.
„ *avium.*
„ *Cerasus.*
„ *domestica.*
„ *Mahaleb.*
„ *Padus.*
Pteris aquilina.
Quercus palustris.
„ *pedunculata.*
Quercus sessiliflora.
Rhamnus Frangula.
Rheum undulatum.
Rhododendron Wilsoni.
Rhus Toxicodendron.
„ *typhina.*
Robinia Pseud-Acacia.
Rosa canina.
„ *spec. cult. var.*
„ *tomentosa.*
Sabina officinalis.
Salix Caprea.
„ *fragilis.*
„ *purpurea.*
Sambucus nigra.
Scorzonera hispanica.
Sedum spectabile.
Spiraea Aruncus.
„ *callosa.*
„ *media.*
„ *latifolia.*
„ *prunifolia.*
„ *thalictroïdes.*
„ *trilobata.*
„ *syringiflora.*
Strophantus hispidus.
Symphoricarpus racemosus.
Syringa vulgaris.
Taraxacum officinale.
Taxus baccata.
Thuja occidentalis.
Tilia americana.
„ *intermedia.*
„ *parvifolia.*
„ *platyphyllos.*
„ *pubescens.*
„ *tomentosa.*
Tormentilla erecta.
Ulmaria pentapetala.
Ulmus effusa.
„ *montana.*
Veronica speciosa.
Viburnum Tinus.
Vicia Faba.

Physiologisches.

Bei Betrachtung der physiologischen Rolle des Phloroglucins im Pflanzenkörper werden uns insbesondere drei Hauptfragen zu beschäftigen haben, zunächst wo dasselbe entsteht, sodann wie seine Bildung verläuft und endlich, ob es dem Stoffwechsel des pflanzlichen Organismus in irgend einer Weise dient, oder ob es sich theilweise, beziehentlich ausschliesslich um ein Nebenproduct handelt, und welche Funktionen eventuell einem solchen noch obliegen könnten.

Es lag zunächst nahe, die Bildungsorte des Phloroglucins denen der Gerbstoffe anzupassen, da sich im Laufe der Untersuchungen fast überall eine auffallende Analogie zwischen diesen Körpern gezeigt hatte. Von KRAUS[1]), dem wir die umfassendsten Aufschlüsse über die Gerbstoffe verdanken, war festgestellt worden, dass sich dieselben einmal ohne Einwirkung des Lichtes in gewissen Zellen bilden, aber nur in geringer Menge, die am Orte der Entstehung verbleibt (autochthoner oder secundärer Gerbstoff), sodann aber unter dem Einflusse des Lichtes (primärer Gerbstoff), und zwar in so grossen Massen, dass eine Auswanderung desselben stattfindet. Versuchen wir nun, diese beiden Arten der Bildung auf Phloroglucin zu übertragen.

Macht man Längsschnitte durch den Vegetationspunkt einer Keimwurzel, so sieht man die ersten phloroglucinhaltigen Zellen isolirt liegen, was auffallend ist, da sich im vorigen Abschnitte ergeben hatte, dass die diesen Körper enthaltenden Zellen reihenweise angeordnet zu sein pflegen. Schon das ist ein Anzeichen dafür, dass das Phloroglucin in diesem Falle nicht etwa herbeigeleitet sein kann. Endgiltig bewiesen wird es aber, wenn man Samen von *Phaseolus multiflorus*, die nur in der Samenschale Phloroglucin enthalten, nach Entfernung dieser keimen lässt; es tritt dann trotzdem alsbald Phloroglucinbildung auf, selbst bei Abschluss des Lichtes, wodurch feststeht, dass dieser Körper autochthon oder secundär im Sinne der Angaben von KRAUS für Gerbstoffe in bestimmten Zellen sich bildet, und zwar, wie die Versuche bewiesen, in beträchtlicher Menge. Das oben erwähnte Isolirtsein der ersten phloroglucinhaltigen Zellen ist jedoch nur von kurzer Dauer, da wenigstens die oberhalb der übrigens nicht immer vorhandenen (*Fagopyrum*), etwas über dem Vegetationsscheitel befindlichen phloroglucinfreien oder -armen Zone gelegenen, noch theilungsfähigen Zellen zum Ausgangspunkte von Zellreihen werden, welche die Vanillinreaction zeigen.

Es fragt sich nun, ob auch die von KRAUS als primäre Bildungsart bezeichnete bei unserem Körper zutrifft. Da dieselbe vom Lichte abhängen soll, so war hierbei vor allem die Beobachtung massgebend, ob etiolirte Pflanzen und chlorophyllarme, panachirte Blätter sich

1) KRAUS: Grundl. z. Physiol. d. Gerbst. Halle, 1889.

wesentlich phloroglucinärmer erwiesen als grüne. Das „wesentlich" ist nicht ausser Acht zu lassen, denn wie wir sehen werden, hängt die vermehrte Bildung von Phloroglucin wahrscheinlich mit einer grösseren Energie des Stoffwechsels zusammen, welche doch durch die Thätigkeit des Chlorophylls im Lichte in hervorragendem Masse beeinflusst wird. Obgleich nun irgend grössere Unterschiede im Phloroglucingehalte grüner und nichtgrüner Pflanzentheile auch colorimetrisch bei der von KRAUS allerdings hart verurtheilten anatomischen Betrachtung zur Erscheinung hätten kommen müssen, so war dies nicht der Fall. Grüne und etiolirte Bohnen (*Phaseolus vulgaris*) wurden in den verschiedensten Altersstadien untersucht, ohne dass sich eine Reactionsverschiedenheit gezeigt hätte, was um so mehr zu erwarten gewesen wäre, da der Phloroglucingehalt dieser Pflanze an sich ein nur geringer ist. Etiolirte Keimlinge von *Fagopyrum* waren so stark phloroglucinhaltig, dass am Lichte gewachsene sicher nicht stärker reagirten. Bei beiden führten die dort gelben, hier grünen Cotyledonen fast nur in der Epidermis der Ober- und Unterseite viel Phloroglucin; wäre das Licht von Einfluss, so hätte sich im Mesophyll der grünen Cotyledonen um so eher stärkere Reaction zeigen müssen, als Spuren davon bei beiden wahrzunehmen waren, womit die Möglichkeit einer Reactionsverstärkung bewiesen war. Vollkommen weisse und rein grüne Blätter desselben Zweiges panachirter Exemplare von *Evonymus radicans* zeigten eine gleich starke Phloroglucin-Vanillein-Färbung im Schwammgewebe. Abgeschnittene Blätter von *Platanus occidentalis*, *Acer platanoïdes* und *Quercus sessiliflora* wurden in Wasser gestellt und 4 Tage lang sowohl im Dunkelzimmer wie dem vollen Tageslichte ausgesetzt stehen gelassen; eine Vermehrung des Phloroglucins in letzteren ergab sich nicht, eher war in den dunkel gehaltenen eine geringe Verstärkung der Reaction zu bemerken, auch konnte zwischen Schatten- und Lichtblättern genannter Bäume eine wesentliche Abweichung nicht ermittelt werden. Ebenso wenig ergab sich eine solche zwischen früh Morgens und Abends untersuchtem Materiale. Zur endgiltigen Sicherstellung dieser Angaben wird man indessen analytischer Belege nicht entbehren können.

Wenn nun auch in anderen, obgleich nicht häufigen Fällen eine geringe Abnahme des Phloroglucingehaltes etiolirter Pflanzen gegenüber grünen nicht zu verkennen war, so dürfte doch diese Erscheinung keineswegs für die Möglichkeit eines directen Einflusses des Lichtes in Anspruch genommen werden können, denn etiolirte Gewächse befinden sich in einem anormalen, krankhaften Zustande, während die ungleich kräftigeren und lebensthätigeren grünen Exemplare auch energischeren Stoffwechsel zeigen.

Auf Grund dieser Ausführungen dürfte man anzunehmen berechtigt sein, dass das Licht keinen directen Einfluss auf die Vermehrung des Phloroglucins besitzt, sondern nur einen indirecten, indem es die Energie

des Stoffwechsels steigert; demnach findet eine primäre Bildung im Sinne von KRAUS nicht statt. Dem entspricht, dass die autochthone Bildung des Phloroglucins nicht, wie KRAUS für Gerbstoffe angiebt, eine geringe, sondern eine oft sehr beträchtliche ist (*Aesculus, Fagopyrum, Platanus*).

Es erübrigt an dieser Stelle, noch die Möglichkeit einer Wanderung des Phloroglucins zu erörtern. Werfen wir einen Rückblick auf die im anatomischen Theile vorgebrachten Thatsachen, so könnte man fast versucht sein, an eine solche ohne Weiteres zu glauben. Das specifische Auftreten dieses Stoffes gerade in den Geweben, die wir als Leitungsbahnen der Kohlehydrate zu betrachten pflegen, in der Rinde, den Rinden- und Markstrahlen, den Parenchymscheiden, sowie die allgemeine Anordnung der phloroglucinhaltigen Zellen zu Längsreihen oder Querbinden, endlich das Verschwinden desselben oberhalb des Vegetationspunktes, sowie bei der Ausbildung der Gefässe und Fasern sprechen allerdings sehr dafür. Ringelungsversuche und isolirte Blätter ergaben keine durchschlagenden Resultate (September); eine gewisse Anhäufung an den Schnittstellen der ersteren kann auch mit der erhöhten Bildungsthätigkeit dort (Wundparenchym) in Zusammenhang gebracht werden. Ferner nimmt aber der Phloroglucingehalt der Blätter, Blattnerven und Blattstiele gegen Ende des Sommers nicht oder kaum ab, in einzelnen Fällen scheint eher das Maximum des Gehaltes der Blätter daran in die Zeit kurz vor dem Absterben des Plasmas zu fallen. Ferner ist bekannt, dass selbst die Stärkescheide, welche früher als typische Leitscheide betrachtet wurde, Reservestärke zu speichern im Stande ist, woraus sich auch an dieser Stelle eine reichlichere Ablagerung des Phloroglucins erklären lässt[1]). Die Anordnung der diesen Körper enthaltenden Zellen in Reihen kann auch so aufzufassen sein, dass dieselben, sei es aus Meristemen oder aus dem Cambium, von je einer phloroglucinhaltigen Mutterzelle eben in Reihen abgeschieden wurden. Dennoch dürfte man eine selbst beträchtliche Fortleitung wohl annehmen können; aus späteren Erörterungen wird sich sogar ergeben, dass eine solche bis zu einer gewissen Grenze stattfinden muss, und dass dies in ursächlichem Zusammenhange damit steht, welche Bedeutung das Phloroglucin für die Pflanze hat. Auch dürfte für eine mögliche Ableitung aus den Blättern noch anzuführen sein, dass in der Nähe der Blattnerven oft eine Anhäufung von Phloroglucin bemerkbar ist (*Betula alba, Castanea vesca, Rosa canina*), oder dass die Rothfärbung mit Vanillin-Salzsäure überhaupt nur in der Nähe derselben auftritt (*Phaseolus vulgaris, Prunus domestica, Rhus typhina*), während sich im übrigen grünen Gewebe und der Epidermis kaum Spuren nachweisen lassen. Des Weiteren sind, wie schon oben hervorgehoben, die die Bündel mit der Epidermis verbindenden, oft collenchymatisch verdickten Zellen, beziehentlich bei nicht unterbrochener

1) cfr. weiter unten die Phloroglucinbildung.

Palissadenschicht die diese Verbindung vermittelnden Palissaden relativ phloroglucinreich, zumal wenn die Epidermis diesen Körper auch sonst enthält. Ist bei mehrreihiger Palissadenschicht nur die äussere Reihe stärker phloroglucinhaltig, so erkennt man oftmals, dass von den Parenchymscheiden der kleinsten, an die inneren Palissaden stossenden Bündel eine Zelle, durch kräftigere Reaction auffallend, zu den äusseren Palissaden überleitet (Phloroglucinbrücken, Salices), Verhältnisse, die für Gerbstoffe zuerst von WESTERMAIER[1]) beobachtet wurden (Gerbstoffbrücken). Dass alle diese Momente der Annahme einer Ableitung günstig sind, ist nicht zu verkennen.

Es ist nun noch zu untersuchen, wo in der einzelnen Zelle die Bildung des Phloroglucins vor sich geht. Für die grünen Zellen kann hier in Frage kommen, ob dasselbe als Nebenproduct der Assimilation im Chlorophyllkörper entsteht, oder ob es sich erst ausserhalb desselben bildet. Bei sämmtlichen 135 untersuchten phloroglucinhaltigen Pflanzen gelang es aber in keinem einzigen Falle, Phloroglucin im Chlorophyllkorne selbst nachzuweisen, vielmehr erschienen die rothen Niederschläge mit Vanillin-Salzsäure stets im Zellsafte, während sich die wandständigen Chlorophyllkörner rein und leuchtend grün abhoben. Hieraus geht auch hervor, dass der Chlorophyllfarbstoff die Aufsaugung des Phloroglucin-Vanilleïns selbst durch das todte Plasmagerüst des Farbstoffkörpers verhindert. Denn extrahirt man das Chlorophyll mit absolutem Alkohol und fügt alsdann Vanillin-Salzsäure hinzu, so werden besonders bei phloroglucinreichen Blättern die entfärbten Chloroplasten fast augenblicklich roth (*Camellia japonica*). Aber nicht nur die Chlorophyllkörner erwiesen sich stets als phloroglucinfrei, sondern das Plasma erwachsener Zellen überhaupt. Ob dies auch in meristematischen Zellen sich so verhielt, konnte nicht immer mit genügender Sicherheit festgestellt werden, da der entstehende Farbstoff, weil nicht unlöslich genug, sofort das durch die concentrirte Säure getödtete Plasma durchtränkte und von diesem begierig aufgesogen wurde. Bis auf eventuelle Ausnahmen ist aber als feststehend zu erachten, dass das Phloroglucin ein Bildungsproduct des Zellsaftes, nicht des Plasmas ist, und dass es mit der Assimilation direct nichts zu thun hat.

Dies ist wesentlich für die nun folgende zweite Hauptfrage, bei der es sich darum handelt, wie die Bildung des Phloroglucins zu erklären sei. Gehen wir von theoretisch-chemischen Betrachtungen aus, so liegt es ausserordentlich nahe, diesen Vorgang dem der Assimilation anzuschliessen, denn vermindern wir die dazu benöthigte Wassermenge um 2 Molecüle, so entsteht an Stelle von Stärke Phloroglucin:

$$6\,CO_2 + 5\,H_2O = \underset{\text{(Stärke)}}{C_6H_{10}O_5} + 6\,O_2$$

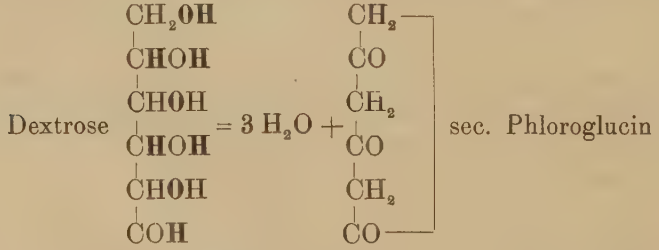
$$6\,CO_2 + 3\,H_2O = \underset{\text{(Phloroglucin)}}{C_6H_6O_3} + 6\,O_2$$

1) Sitzungsber. d. Berl. Akad. 1885. p. 1115.

Eine solche Annahme ist aber ohne Weiteres hinfällig, da man zwar sehr wohl im Stande ist in den Chlorophyllkörnern, den Stätten der Assimilationsthätigkeit, Stärke, nicht aber, wie oben gezeigt wurde, Phloroglucin nachzuweisen. Wir sind daher genöthigt, die Bildung dieses Körpers mit einem chemischen Processe in der Pflanze zusammen zu bringen, der sich ausserhalb des Chlorophylls im Saftraume abspielt, zumal für das Auftreten des Phloroglucins in nicht grünen Geweben von vorn herein die angezogene Synthese unmöglich erscheint.

Es ist nun allgemein anerkannt, dass Stärke $C_6H_{10}O_5$ vorzugsweise in Form von Zucker $C_6H_{12}O_6$ wandert, es findet also bei der Stärkelösung eine Wasserzufuhr statt, ein Process, der im chemischen Grossbetriebe zur Darstellung von Stärkezucker mit sehr verdünnten Mineralsäuren ausgeführt wird. Umgekehrt muss also, wenn Stärke, sei es transitorisch oder als Reservestoff wieder niedergeschlagen wird, eine Wasserabspaltung im Sinne der Gleichung $C_6H_{12}O_6 = C_6H_{10}O_5 + H_2O$ vor sich gehen. Stellt man sich nun vor, dass an den Punkten einer Pflanze, wo die Lebenskraft und der Stoffwechsel am stärksten zum Ausdrucke kommen, — und dies ist in Blättern, Blüthen und an Neubildungen der Fall — die Energie der Reaction weiter geht, so dass aus dem Zuckermolecüle nicht ein, sondern drei Molecüle Wasser abgespalten werden, so gelangen wir zu dem Phloroglucin: $C_6H_{12}O_6 = C_6H_6O_3 + 3\,H_2O$. Wenn nun auch diese Hypothese erst dann als bewiesen betrachtet werden kann, sobald es der Makrochemie gelungen sein wird, von Kohlehydraten zu Oxybenzolen zu gelangen, so werden wir gleich sehen, dass dieselbe mit botanischen wie chemischen Thatsachen sehr wohl im Einklange steht.

Die Reactionen des Phloroglucins, das man auch den aromatischen Zucker genannt hat, entsprechen nämlich nach den Untersuchungen BAEYER's[1]) zwar zum Theil denen eines Trioxybenzols $C_6H_3(OH)_3$, aber da es mit Hydroxylamin nach Art der Ketone ein Trioxim $C_6H_6(N{\cdot}OH)_3$ liefert, so scheint es leicht die Atomgruppirung eines Triketohexamethylens zu bilden, welche man im Gegensatze zur ersteren, der tertiären, als secundäre oder Pseudo-Form bezeichnet. Legen wir diese Constitutionsformel zu Grunde, so erscheint die Ableitung beispielsweise aus Dextrose durch Wasserabspaltung noch einleuchtender:



1) Ber. d. deutsch. chem. Ges., Bd. 19, pag. 159, und BERNTHSEN, pag. 354.

Auch die anatomischen Merkmale sprechen für diese Hypothese. Man muss nach Obigem erwarten, dass da, wo eine Rückbildung von Stärke erfolgt, auch Phloroglucin unter sonst geeigneten Bedingungen auftritt, und zwar um so mehr, je grösser die niedergeschlagenen Stärkemengen sind. In der That sehen wir denn auch Phloroglucin an der Wurzelspitze, den Anlagen der Nebenwurzeln, in Rhizomen, im Mark, in der Markkrone, in Mark- und Rindenstrahlen, im Holzparenchym, in den Stärkescheiden der Bündel, in der Nähe sich verdickender Bastzellen, an Vegetationspunkten des Stengels, in den Schliesszellen der Spaltöffnungen, den Blättern, Früchten und Knospen relativ reichlich auftreten, während in den Gefässen und ausgebildeten Fasern mit der Stärke auch Phloroglucin zu fehlen pflegt. Man darf nun keineswegs fordern, dass dies immer und stets in entsprechendem Masse der Fall sei; denn einmal kann bei dieser Pflanze die Umsetzung energischer vor sich gehen als bei jener, sodann aber entsteht dabei nicht nur Phloroglucin, sondern es ist auch, wie bereits von BÜSGEN [1]) angegeben wurde, die Bildung von Gerbstoffen, vielleicht weiterer Körper hierauf zurückzuführen. So entstehen bei *Vicia Faba* grosse Mengen Gerbstoff und nur wenig Phloroglucin, während in anderen Fällen ziemlich gleiche Verhältnisse vorzuwalten scheinen. Im Allgemeinen lässt sich aber sagen, dass der Gehalt an Phloroglucin stets etwas geringer zu sein pflegt als an Gerbstoffen, sonst aber dem Vorkommen dieser sich anschliesst, d. h. alle Pflanzen, die Gerbstoffe in irgend beträchtlicherer Menge enthalten, führen auch Phloroglucin, und diejenigen, in welchen letzterer Körper nicht nachweisbar ist, enthalten auch Gerbstoffe in nur geringen Mengen. Endlich aber ist sehr wohl möglich, dass Phloroglucin und Gerbstoffe nicht nur bei der Regeneration der Stärke gebildet werden, sondern dass an deren Stelle auch andere Kohlenhydrate zu treten vermögen, die aus einem Zucker der Formel $C_6H_{12}O_6$ durch Wasserabspaltung entstanden gedacht werden können. Zu der Annahme, dass wenigstens Cellulose dahin gehört, wird man gedrängt wenn man beispielsweise die grossen Phloroglucinmengen betrachtet, welche in etiolirten Keimlingen von *Fagopyrum* gebildet werden.

Um aber einen directen Beweis zu haben, dass die Bildung von Phloroglucin aus Traubenzucker im Pflanzenkörper thatsächlich möglich ist, war es erforderlich, diesen Process in verstärktem Masse einzuleiten. Wir hatten schon oben gesehen, dass isolirte Blätter im Dunkelzimmer eher ihren Phloroglucingehalt vergrösserten, als diejenigen, welche dem vollen Tageslichte ausgesetzt waren. Aehnlich wie BÜSGEN [2]) es für Gerbstoffbildung gezeigt hatte, wurden nun Theile von Schattenblättern von *Acer platanoïdes*, *Platanus occidentalis* und *Quercus sessili-*

1) Jenaer Zeitschr. f. Nat. Wiss. XXIV. Sep.-Abdr. pag. 24.
2) l. c., pag. 24.

flora mit der Oberseite auf eine sterilisirte Traubenzuckerlösung gelegt und in das Dunkelzimmer gesetzt. Die Theile waren derart hergestellt, dass die Zacken zweier neben einander sitzender, mittelgrosser Blätter abgeschnitten und diese dann in 4 Theile getheilt wurden; von dem einen kam die rechte untere und linke obere Hälfte auf Traubenzuckerlösung, die linke untere und rechte obere auf Wasser zu liegen, beim zweiten (Controll-) Blatte umgekehrt, um möglichst gleiche Bedingungen zu haben. Länger als 5 Tage konnte der Versuch im Dunkelzimmer nicht ausgedehnt werden, da dann die Blätter nicht mehr als vegetationskräftig bezeichnet werden konnten. Die Untersuchung ergab schon bei makroskopischer Beobachtung des Reactionseintrittes auf weisser Grundlage für alle drei Pflanzen eine Verstärkung der Phloroglucin-Vanilleïnfärbung, welche am auffallendsten bei *Acer platanoïdes* war. Die auf Wasser gelegten Blattstücke dieses Ahorns blieben, in Vanillin-Salzsäure gelegt, für das unbewaffnete Auge grün, die auf Traubenzuckerlösung gelegen habenden wurden deutlich roth. Auch bei *Platanus* und *Quercus*, welche an sich stärker reagirten, war eine noch tiefere Färbung unverkennbar. In allen Fällen wurde zugleich intensive Stärkereaction beobachtet. Hiermit ist der Beweis obiger Hypothese als möglich geliefert.

Wir kommen nunmehr zur Erörterung des dritten und letzten Punktes unserer physiologischen Betrachtungen, indem wir fragen, ob das in oft so reicher Menge gebildete Phloroglucin dem Stoffwechsel der Pflanze dient, oder ob es theilweise, wenn nicht ausschliesslich, als ein Excret derselben zu betrachten ist.

Würde das Phloroglucin ein Stoffwechselproduct der Pflanze sein, so müsste unzweifelhaft ein zeitweiliges und zwar beträchtliches Verschwinden desselben nachzuweisen sein. Dies ist aber in nur höchst beschränktem Masse der Fall. Die Entwickelungsgeschichte zeigt, dass, wie schon oben näher ausgeführt, ein solches Verschwinden nur in Gefässen und prosenchymatischen Elementen der Rinde, — die Holzfasern werden ja schon im Cambium zumeist phloroglucinfrei angelegt und bleiben so — sowie ein wenig rückwärts des Vegetationspunktes der Wurzel nachweisbar ist. Hierfür könnte also entweder eine Auswanderung des Phloroglucins oder aber ein thatsächlicher Verbrauch desselben in Frage kommen. Letzteres erscheint nun recht unwahrscheinlich; denn abgesehen davon, dass sehr wohl stark verdickte Bastfasern vorkommen, die noch ansehnliche Mengen Phloroglucin enthalten (*Platanus occidentalis, Prunus avium*) und dass sehr dickwandige, verholzte, parenchymatische Elemente (Stein-, Mark-, auch Collenchym- und Epidermiszellen) stark reagiren, so scheint auch die in vielen Fällen sehr beträchtliche Anhäufung dieses Körpers in den die Fasern oder Faserngruppen umgebenden Parenchymzellen (*Crataegus Oxycantha, Pirus Aucuparia, Rosa canina, Tilia tomentosa*) auf ein Ausgewandert-

sein hinzudeuten, denn vor der secundären Verdickung ist ein Unterschied in der Reactionsstärke beider nicht bemerkbar. Ueberdies ist nicht einzusehen, warum sich die Holzfasern, in denen doch Phloroglucin fast immer fehlt, in Bezug hierauf anders verhalten sollen als Gefässe und Bastfasern. Uebertragen wir aber obige Hypothese der Bildung auf die Anhäufung des Phloroglucins um die Bastgruppen herum, so erscheint uns letztere sofort verständlich, denn die Stärke liefert das Material auch für die secundäre Verdickung und Verlängerung der Membran, es findet eine erhöhte Bildungsthätigkeit statt, und die Folge ist eine vermehrte Ablagerung von Phloroglucin; auch hier wäre also das Hauptproduct des wasserabspaltenden Processes in der Zelle nicht Stärke, sondern Cellulose[1]). Unbeschadet späterer Untersuchungen dürfte also vor der Hand anzunehmen sein, dass das Verschwinden des Phloroglucins aus Gefässen und Bastfasern auf Auswanderung, nicht auf Verbrauch beruht. Auch das Auftreten einer phloroglucinfreien oder -armen Zone rückwärts des Vegetationspunktes der Wurzel kann wohl am besten als auf Auswanderung beruhend gedeutet werden. Die Pflanze ist eben bemüht, diesen Körper zumal aus denjenigen Gewebepartien fortzuschaffen, die sie für andere Zwecke nöthig braucht, wobei gleichzeitig eine erhöhte Bildungsthätigkeit Voraussetzung ist. So wird das Phloroglucin aus der Wurzelspitze rückwärts, aus den inneren Theilen der Knospe in die Knospenschuppen, bei der Ausbildung der Samen in die Samenschale, des Pollens in die Pollensäcke und das Connectiv geschoben. Weiter aber scheint die Ableitung nicht zu gehen und für eine „Wanderung“ im Sinne der Gerbstoffautoren aus den Blättern durch die Nerven und Stiele in Zweige, Stamm und Wurzel ergab sich kein sicherer Anhalt.

Für die weitaus grösste Masse des einmal abgeschiedenen Phloroglucins ist aber ein Verschwinden überhaupt nicht nachweisbar. Beim Abwerfen der Borke, der Blätter, der Knospenschuppen, Frucht- und Samenschalen gehen alljährlich grosse Quantitäten Phloroglucin verloren. Würde dasselbe für die Pflanze ein werthvoller Inhalt sein, so wäre als unzweifelhaft anzunehmen, dass vor der Abtrennung jener Organtheile von der Mutterpflanze, insbesondere aus den Blättern eine Rückleitung des Phloroglucins stattfände. Nach dem Blattfalle ist indessen der Gehalt an diesem Körper noch so gross wie zur besten Vegetationszeit, vielleicht hat er sogar, wenigstens in manchen Fällen, vor dem

1) Das Auftreten von Phloroglucin in Gallen ist auf die gleiche Ursache zurückzuführen, auch hier findet eine erhöhte Umsetzungsthätigkeit (Parenchymzellbildung) statt, welche eine vermehrte Phloroglucin- und Gerbstoffabscheidung (Tannin) zur Folge hat. Obgleich es in gewissem Sinne berechtigt sein mag, hier von „pathologischen“ Producten zu sprechen, so scheint mir doch die Unterscheidung des Gerbstoffs — für Phloroglucin müsste die gleiche Bezeichnung gewählt werden — in Gallen als „pathologischer“ nach den oben erörterten Thatsachen recht unzweckmässig.

Tode des Plasmas sein Maximum erreicht. Auch zahlreiche Samen geben für die Erledigung dieser Frage charakteristische Reactionsbilder (*Aesculus* spec., *Phaseolus multiflorus, Vicia Faba)*. Ueberall sehen wir die Reservestoffe (Stärke, Cellulose, Zucker) dort abgelagert, wo sie demnächst zur Keimung leicht Verwendung finden können; das Phloroglucin aber wird in ganz auffallender Weise und fast ausschliesslich in die Samen- und Fruchtschale übergeleitet, wo eine Wiederverwendung ausgeschlossen ist. Man erinnere sich hier noch der Thatsache, dass Samen von *Phaseolus multiflorus*, die nur in der Schale Phloroglucin enthielten, dieser beraubt zum Keimen gebracht werden konnten, worauf alsbald wiederum Phloroglucinbildung eintrat.

Aus allen diesen Beobachtungen, zumal aus dem freiwilligen Abstossen grosser Phloroglucinmengen geht unzweifelhaft hervor, dass wir es hier mit einem Nebenproducte des Stoffwechsels zu thun haben. Aber selbst Nebenproducte sind sicherlich nicht ohne jede Function für die Pflanze. Für die Gerbstoffe hat man deren mancherlei zu beweisen gesucht, oder wenigstens ihre Möglichkeit erörtert. Zunächst war es die Eigenschaft als Schutzsecret gegen Thierfrass, welche von Stahl [1]) und Anderen für den epidermalen Gerbstoff in Anspruch genommen wurde, eine Auffassung, die Büsgen [2]) dahin erweiterte, dass der Gerbstoff in der Stärkescheide gewissermassen einen zweiten Schutzwall bilde, so dass die Pflanze trotz aller sonstigen Schädigung wenigstens noch Zeit behalte, ihre Samen zu reifen. Von Warming und Anderen wurde die Ansicht vertreten, dass die Gerbstoffe das pflanzliche Hautgewebe gegen zu starke Transpiration zu schützen hätten, was aber schon von Klercker [3]) als irrthümlich widerlegt wurde. Auch als Antisepticum waren dieselben aufgefasst worden, dazu bestimmt, den Zellsaft gegen Fäulniss und Zersetzung zu schützen. (Kraus, Westermaier). Alle diese Annahmen sind aber für das Phloroglucin hinfällig. Der süsse Geschmack macht eine Rolle als Schutzsecret höchst zweifelhaft. Als Antisepticum oder Antimycoticum kann es erst recht nicht dienen, denn es ist bekannt, dass sich dünne Lösungen in kürzester Zeit mit auffallend üppigen Pilzwucherungen durchsetzen. Selbst als Schutzmittel gegen zu reichliche Transpiration kann Phloroglucin nicht in Frage kommen, weil die Hygroscopicität desselben eine nur sehr geringfügige ist. Von Andeer [4]) wurde beobachtet, dass Phloroglucin Gewebesäfte vor Gerinnung schütze und sie verhältnissmässig lange flüssig und unzersetzt erhalte. Man dürfte aber kaum annehmen können, dass diese Angaben, auf den Pflanzenkörper über-

1) Pflanzen und Schnecken. Jena, 1888.
2) l. c., pag. 19.
3) l. c., pag. 50.
4) Centralbl. f. d. med. Wiss., Nr. 12. 33.

tragen, einigermassen den Thatsachen entsprächen, denn mit der Verpilzung tritt eben auch Zersetzung ein.

Ergaben die bisherigen Betrachtungen fast rein negative Resultate, so erhalten wir positivere in zwei Fällen, einmal, dass Phloroglucin in das Molecül complicirt zusammengesetzter Körper, der eingangs schon erwähnten Phloroglucide und Phloroglycoside eintritt; sodann aber, dass es an der Bildung der Phlobaphene und jener rothen bis violetten, im Pflanzenreiche so ausserordentlich verbreiteten Farbstoffe betheiligt ist, die man unter den Namen Anthocyan und Erythrophyll zusammenfasst. Genau genommen haben hier Phloroglucide und Phloroglycoside ein nur indirectes Interesse, denn sie reagiren nicht an sich mit Vanillin-Salzsäure, sind also im anatomischen Theile nicht berücksichtigt, das in ihnen enthaltene Phloroglucin ist daher dem nachgewiesenen noch hinzu zu rechnen. Jedenfalls aber ist damit eine Verwendungsform gesichert. Vorläufig könnte es allerdings scheinen, als käme dieselbe nur für eine geringe Auswahl von Pflanzen in Betracht. Man wird indessen kaum daran zweifeln, dass mit fortschreitender Entwickelung der Pflanzenchemie die Zahl der bekannten Phloroglucide und Phloroglycoside sich wesentlich vermehren wird, dass manche jener Körper, die man mangels irgend genauerer Kenntniss, nur weil sie FEHLING'sche Lösung reduciren, als „Glycoside" bezeichnet hat, sich in der Folge als phloroglucinhaltig erweisen werden, denn auch dieser Körper reducirt bekanntlich alkalische Kupfersulfatlösung; überhaupt sollte von letzterer auch mikrochemisch als Zuckerreagens nur vorsichtig Gebrauch gemacht werden.

Von Phloroglycosiden sind bekannter:

Quercitrin in *Aesculus, Rhamnus, Rhus spec. var., Quercus tinctoria, Calluna vulgaris, Camellia Thea, Fraxinus excelsior, Hippophaë rhamnoïdes, Humulus Lupulus, Pirus Malus, Vitis vinifera.*

Spaltungsproducte < Isodulcit / Quercetin < Phloroglucin / Quercetinsäure.

Robinin in *Robinia Pseud-Acacia.*

Spaltungsproducte wie oben.

Rutin in *Capparis spinosa, Fagopyrum esculentum, Ruta graveolens, Sophora japonica.*

Spaltungsproducte wie oben.

Violaquercitrin in *Viola tricolor.*

Spaltungsproducte < Glycose / Quercetin < Phloroglucin / Quercetinsäure.

Rhamnin in *Rhamnus* spec.

Spaltungsproducte < Isodulcit / Rhamnetin (Dimethyl-quercetin) < Phloroglucin / Quercetinsäure.

Phloridzin in Obstbäumen.

$$\text{Spaltungsproducte} < \begin{matrix}\text{Glycose} \\ \text{Phloretin}\end{matrix} < \begin{matrix}\text{Phloroglucin} \\ \text{Phloretinsäure.}\end{matrix}$$

Glycyphyllin in *Smilax glycyphylla.*

$$\text{Spaltungsproducte} < \begin{matrix}\text{Isodulcit} \\ \text{Phloretin}\end{matrix} < \begin{matrix}\text{Phloroglucin} \\ \text{Phloretinsäure.}\end{matrix}$$

Hesperidin in *Citrus* spec.

$$\text{Spaltungsproducte} < \begin{matrix}\text{Glycose} \\ \text{Hesperetin}\end{matrix} < \begin{matrix}\text{Phloroglucin} \\ \text{Hesperetinsäure.}\end{matrix}$$

Aurantiin (Naringin) in *Citrus decumana.*

$$\text{Spaltungsproducte} < \begin{matrix}\text{Glycose} \\ \text{Naringenin}\end{matrix} < \begin{matrix}\text{Phloroglucin} \\ \text{p-Cumarsäure.}\end{matrix}$$

Lokaonsäure in *Rhamnus* spec.

$$\text{Spaltungsproducte} < \begin{matrix}\text{Lokaose} \\ \text{Lokansäure}\end{matrix} < \begin{matrix}\text{Phloroglucin} \\ \text{Delokansäure.}\end{matrix}$$

Man ersieht hieraus bereits, dass das Vorkommen von Phloroglycosiden ein über zahlreiche Pflanzenfamilien verbreitetes ist. In den genannten Pflanzen ist aber auch die Möglichkeit des Vorhandenseins von freiem Phloroglucin gegeben, denn neben den specifischen Stoffen einer Pflanze finden sich sehr gewöhnlich Derivate, Spaltungs- und Zersetzungsproducte derselben. Ob man, bezüglich einer Function dieser Körper, die Vermuthung KLERCKER's[1]), dass durch die Einwirkung Gerbstoffs die Wand der Wurzelhaare für Wasser und Nährstoffe mehr permeabel gemacht würde, auch auf Phloroglycoside übertragen darf, benöthigt weiterer Untersuchungen.

Wir kommen nunmehr zu der zweiten als möglich hingestellten Function des Phloroglucins, dass es an der Bildung gewisser Farbstoffe Antheil hat. Zunächst sei hier derjenigen gedacht, welche als Phlobaphene, Gerbrothe, (Eichenroth, Zimmtroth, Chinaroth) zusammengefasst und allgemein als Spaltungs- beziehentlich Oxydationsproducte der Gerbstoffe betrachtet werden, und von denen wenigstens ein Theil auch makrochemisch sicher als aus derartigen Körpern bestehend erkannt worden ist. Es erscheint nun aber auffallend, dass in absterbenden Geweben, wie dem Korke und den Blättern, vor dem herbstlichen Laubfalle mit den Gerbstoffen auch das Phloroglucin im Zellsafte zurückbleibt und nicht in die Pflanze zurückgeleitet wird. Beim Eintrocknen des Zellsaftes tritt dann auch das Phloroglucin in die Membran über; bei Beginn der Braunfärbung werden die Zellwände mit Vanillin-Salzsäure leuchtend roth, (*Aesculus*, *Acer*, *Platanus*, *Populus*, *Tilia*), während ein Niederschlag nur noch stellenweise oder in vorgerücktem Stadium

1) l. c., pag. 51.

überhaupt nicht mehr auftritt. Dies legte den Gedanken ausserordentlich nahe, dass neben den Gerbstoffen auch Phloroglucin an der Braunfärbung absterbender Gewebe betheiligt sein könnte. Es war daher von Wichtigkeit, der chemischen Möglichkeit einer solchen Annahme nachzuforschen.

Durch die Untersuchungen von SCHIFF [1]) ist unlängst festgestellt, dass Phloroglucin beim Durchleiten von Kohlensäure unter gewissen Bedingungen leicht in Phloroglucinmonocarbonsäure übergeht:

$$C_6H_2 \begin{matrix} (OH)_3 \\ H \end{matrix} + CO_2 = C_6H_2 \begin{matrix} (OH)_3 \\ COOH \end{matrix}$$

wie dies auch bei dem isomeren Pyrogallol der Fall ist, aus welchem Gallussäure entsteht. Letztere liefert durch Anhydridbildung das Tannin, den Gerbstoff par excellence, und in derselben Weise bildet die Phloroglucincarbonsäure ein isomeres ätherartiges Anhydrid, dem SCHIFF den — wenig zweckmässig erscheinenden, weil die Verwirrung der Gerbstoffe noch vermehrenden — Namen Phloroglucingerbsäure gegeben hat:

$$2\,C_6H_2 \begin{matrix} (OH)_3 \\ COOH \end{matrix} = H_2O + C_6H_2 \begin{matrix} (OH)_3\,COOH \\ (OH)_2 \\ CO\text{———}O \end{matrix} C_6H_2$$

Durch Erhitzen der letzteren gelang es, einen rothen Körper zu erhalten, der als Phlorotanninroth bezeichnet wurde. Bildung, Zusammenhang und wesentliche Eigenschaften des Phlorotanninroths ähneln denen der Phlobaphene sehr; alle diese Körper scheinen Oxychinone zu sein.

Was nun den Reactionsverlauf anbetrifft, so kann derselbe sehr wohl als in der Pflanze möglich bezeichnet werden. Bei dem Athmungsprocesse wird in der Zelle andauernd Kohlensäure entbunden, welche in statu nascendi die Carbonsäurebildung aus dem im Zellsafte gelösten Phloroglucin leicht erklärlich erscheinen lassen würde. Die Möglichkeit der Bildung des Phlorotanninroths und ähnlicher Körper aus der Phloroglucingerbsäure dürfte mit jener der Phlobaphene aus den Gerbstoffen zusammenfallen.

Aber auch Anthocyan und Erythrophyll pflegen als Derivate von Gerbstoffen aufgefasst zu werden [2]). Schon WIGAND [3]) hatte indessen darauf hingewiesen, dass als „Chromogen" des Anthocyans vielleicht nicht Gerbstoff, sondern jene „Modification" des Gerbstoffes zu betrachten sei, welche derselbe deshalb als Cyanogen bezeichnete; die Umwandlung sollte auf einem Oxydationsprocesse beruhen. Diese Angabe ist merkwürdigerweise in späteren Arbeiten ganz unbeachtet geblieben. LINDT [4]) entdeckte dann jene Beziehungen auf's Neue und

1) Ann. d. Chem. 1885 (245), pag. 36, und 1889 (252), pag. 87.
2) Weiteres bei PICK: Bot. Centralbl. 1883, Bd. 16, p. 281.
3) Bot. Ztg. 1862, pag. 121.
4) Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie, 1885, pag. 495.

fügte die Vermuthung an, dass die Entstehung dieser rothen Farbstoffe in vielen Fällen auf einer ähnlichen Reaction gewisser, aus Gerbsäure entstandener Umwandlungsproducte auf Phloroglucin beruhen dürfte, wie sie bei der Einwirkung des Vanillins auf dasselbe stattfindet.

Gehen wir auf diese eventuellen Beziehungen des Phloroglucins zum Anthocyan näher ein, so ist zunächst festzuhalten, dass das Vorhandensein von Phloroglucin keineswegs als unbedingtes Erforderniss für das Auftreten jener wasserlöslichen, rothen Farbstoffe erscheint, denn wir sehen beispielsweise bei vielen Chenopodiaceen starke Rothfärbung auftreten, bei denen Phloroglucin nicht aufgefunden werden kann. Allerdings ist der Nachweis dieses Körpers in anthocyanhaltigen Geweben wenig sicher. Dieser Farbstoff wird nämlich bei Zusatz von Salzsäure häufig leuchtend roth und ist dann kaum oder nicht von der Phloroglucin-Vanilleïnfärbung zu unterscheiden. Das durch die Einwirkung der Säure alsbald getödtete Plasma speichert diesen Farbstoff in gleicher Weise; da sich derselbe inzwischen aber auch über benachbarte Zellen ausgebreitet hat, so ist nicht einmal sicher, ob eine daneben liegende, vordem anthocyanfreie Zelle jetzt Phloroglucinfärbung zeigt, oder ob die Tinction von der Nachbarzelle übertragen ist. Im Allgemeinen verblasst nun zwar eine Anthocyanfärbung schon innerhalb 30 Minuten, längstens einer Stunde, während sich Phloroglucinfärbung viele Stunden, meist Tage lang hält; aber es ist einleuchtend, dass geringe Phloroglucinmengen neben grossen von Anthocyan sich der Beobachtung leicht entziehen. Der Nachweis wurde derart geführt, dass mit Salzsäure behandelte Schnitte mit solchen verglichen wurden, die gleich lange in Vanillin-Salzsäure gelegen hatten; waren letztere stärker gefärbt, so wurde Phloroglucin als in den anthocyanhaltigen Geweben vorhanden angenommen, wenn dieser Körper auch in nicht gerötheten Theilen derselben Pflanze nachzuweisen war. Eine Behandlung mit schwefliger Säure erwies sich als ungeeignet.

Schon aus Obigem geht hervor, dass starke Phloroglucinansammlung und Rothfärbung nicht immer unzertrennlich zusammenhängen, besonders aber tritt keine Verminderung des Phloroglucingehaltes ein, wenn der Pflanze die Vorbedingungen einer Rothfärbung dauernd entzogen werden. Andererseits muss aber, wie auch LINDT erkannte, als feststehend zugegeben werden, dass alle Pflanzen, welche einer Röthung nur unbedeutend oder nicht fähig sind, phloroglucinarm oder -frei sich erweisen (*Fraxinus excelsior*, *Ligustrum vulgare*, *Sambucus nigra*, *Robinia Pseud-Acacia* und viele Kräuter).

Wichtig war ferner die Frage, ob beim Auftreten von Anthocyan ein Verbrauch von Phloroglucin stattfindet. Dieselbe wäre leicht zu beantworten, wenn nicht eine fortschreitende Bildung von Phloroglucin stattfände, die eine eventuelle Abnahme wieder ausgliche. Die einzige Möglichkeit der Sache näher zu kommen lag also darin, am Lichte

eine plötzliche, starke Röthung bisher verdunkelter, farbloser Gewebe zu erzeugen, in der Annahme, dass dann die Nachbildung des Phloroglucins nicht gleichen Schritt halten würde. Allerdings ist auch hierbei der Einwurf nicht ausgeschlossen, dass mit der Lichtwirkung der Stoffwechsel derart gehoben würde, um eine selbst massenhafte Nachbildung in kürzester Zeit erklärlich erscheinen zu lassen.

Samen von *Fagopyrum esculentum* wurden im NOBBE'schen Keimapparate im Dunkelzimmer ausgetrieben. Nach 10 Tagen hatten sich die vollkommen etiolirten Pflänzchen bis zur durchschnittlichen Höhe von fast 10 *cm* entwickelt, die Cotyledonen waren gelb, die Axenorgane rein weiss. Hierauf wurden einige derselben an's Licht gesetzt; das hypocotyle Glied röthete sich während dieser Zeit lebhaft und die Cotyledonen zeigten einen Stich in's Grüne. Nach 12-stündiger Exposition wurden von gleichen Stücken des hypocotylen Gliedes dieses und der noch vollkommen etiolirten Keimlinge Serien-Längsschnitte gleicher Dicke gefertigt und dieselben mit Vanillin-Salzsäure behandelt; zu gleicher Zeit wurden auch genau entsprechende Serienschnitte der gerötheten Keimlinge nur mit Salzsäure befeuchtet. Nennen wir die Färbungsstärke der anthocyanhaltigen Keimlinge mit Vanillin-Salzsäure x, mit Salzsäure allein y, die der etiolirten mit Vanillin-Salzsäure z, so musste $x - y = z$ sein, wenn noch eben soviel unverändertes Phloroglucin vorhanden war. Dies schien aber nicht der Fall zu sein, sondern die resultirende Färbung war schwächer, denn y war recht beträchtlich, x aber nur wenig stärker gefärbt als z. Trotz der Unsicherheit einer solchen colorimetrischen Betrachtung schien dies doch auf einen, wenn auch geringen Phloroglucinverbrauch zu deuten.

Endlich sei noch erwähnt, dass das Phloroglucin sich oftmals in nicht unbeträchtlicher Menge in zuckerigen Secretionen findet, so in den Honigblättern und der Narbe, eine Erscheinung, die bei der Süssigkeit jener und den Beziehungen des Phloroglucins zu den Zuckern der Fettreihe nichts aussergewöhnliches bietet.

Kritisch Historisches.

Soviel bekannt, war MULDER[1]) der erste, welcher auf die Rothfärbung verholzter Membranen durch Salzsäure aufmerksam machte, auch wies derselbe schon darauf hin, dass sich nicht immer alle Elemente eines und desselben Gewebes gleichwerthig verhielten. So zeigten bei Vorhandensein von zweierlei Markzellen nur die dickwandigen diese Färbung *(Hoya carnosa)*. Auch die jüngsten Holzzellen blieben ungefärbt. Hieraus folgert MULDER, dass die eiweissartige Substanz, auf welche die Reaction zu beziehen wäre, erst später darin abgelagert würde.

1) Physiol. Chem. 1844, pag. 449, 472, 477, 493.

Harting, Mulder's Mitarbeiter, gab in der von ihm herausgegebenen Sonderschrift[1]) die gleiche Anschauungsweise wieder, welche dann auch durch von Mohl[2]) vertreten wurde.

Hartig[3]) beobachtete eine Rothfärbung des Schichtungscomplexes zweiter und späterer Generation sowohl in Holz- als Bastfasern durch verdünnte Schwefelsäure, während Cambialwandungen ungefärbt blieben, was sich eben durch noch mangelnde Verholzung erklärt. Dass der Färbungszeitraum ein nur kurzer sein soll, weil nur die äussersten 16—18 Fasern reagirten, ist irrthümlich. Wie von Höhnel[4]) nachgewiesen hat, dringt der die Färbung verursachende Stoff, das Xylophilin, welches hauptsächlich seinen Sitz in der Rinde hat, nach Lösung in der zugesetzten Salzsäure von aussen nach innen in den Holzkörper vor. Ist nun der Gehalt daran so gross, dass der ganze Holzkörper gefärbt werden kann, so geschieht dies nach und nach; ist dies nicht der Fall, so werden von der Peripherie her nach innen concentrisch fortschreitend so viele Zelllagen gefärbt, bis das verfügbare Xylophilin verbraucht worden ist.

Böhm[5]) fand demnächst, dass diese Reaction keineswegs so allgemein auftrat, wie Mulder angenommen hatte; sie wurde nicht beobachtet bei *Abies*, *Corylus*, *Juglans*, *Robinia*, *Galega*, *Syringa*, *Fraxinus*, *Colutea*, *Melilotus*, *Medicago* und *Arundo Donax*. Diese Behauptung ist an sich richtig, aber die Beispiele treffen zumeist nicht zu, denn die ersten drei reagiren ziemlich stark und auch *Robinia*, *Galega* und *Syringa* lassen bei geeigneter Behandlung — Auflegen von Hollundermarkschnitten z. B. — schon mit Salzsäure allein die charakteristische Färbung erkennen, nur *Fraxinus* erwies sich auch hier phloroglucinfrei, die übrigen wurden nicht untersucht. Böhm beobachtete weiter, dass die Violettfärbung auch in den entsprechenden Elementen der Blätter auftrat und gab der Ansicht Ausdruck, dass diese Reaction zu den Gerbstoffen und der herbstlichen Braunfärbung in gewissen Beziehungen stehen möchte; jedenfalls wurde die Deutung derselben als Proteïnreaction für unrichtig erkannt, wenn auch die eigene Auffassung derselben als durch Chromogene oder Farbstoffe hervorgebracht in der gegebenen Form gleichfalls nicht das richtige traf.

Wigand[6]) war zur selben Zeit der erste, welcher die Ursache der Violettfärbung mit Salzsäure in einen besonderen, noch unbekannten Stoff verlegte, dem er vorläufig den Namen Cyanogen[7]) gab. Er führte

1) Mikrochem. onderzoekingen u. Bot. Ztg. 1846, pag. 64.
2) Vegetab. Zelle, pag. 31.
3) Bot. Ztg. 1855, pag. 222.
4) Sitz. Ber. d. Wiener Akad. 1877, Bd. 76 I, pag. 698.
5) Ebenda, 1862, II, pag. 399.
6) Bot. Ztg. 1862, pag. 121.
7) Die Schreibweise Cyaneogen beruht augenscheinlich auf einem Schreibfehler oder dergleichen, denn W. spricht später stets von Cyanogen.

an, dass dieser Körper sich hauptsächlich in den Membranen verholzter Elemente findet, an sich farblos ist, durch Wasser und Alkohol ausgezogen werden kann, mit Salzsäure oder Schwefelsäure violett, auch an der Luft wie durch Ammoniak roth wird. Mit den Gerbstoffen schiene derselbe nahe verwandt zu sein, zumal weil er nur in gerbstoffhaltigen Pflanzen vorkäme, und auch hier nur in denjenigen Zellen, welche ursprünglich Gerbstoff enthielten. Da das Cyanogen sich in demselben Masse mehrte, wie der vorhandene Gerbstoff verschwand, so liess sich folgern, dass dasselbe aus einer Metamorphose des letzteren hervorginge. Andererseits aber stände dieser Körper auch in Beziehung zu dem rothen Farbstoffe der Farbhölzer, welcher in denselben Zellwänden nur später auftritt. Daraus ergäbe sich weiter, dass die farblose Grundlage rothgefärbter Hölzer auch bei den sich nicht färbenden einheimischen Holzarten weit verbreitet vorkommt, hier aber auf der Stufe des Cyanogens stehen bleibt, welches dann künstlich in den rothen Farbstoff übergeführt werden kann. Während also hier von einem in die Membranen eingelagerten Stoffe die Rede ist, sagt WIGAND in derselben Arbeit bei Besprechung der Herbstfärbung: „Die rothe Farbe geht aus einem farblosen Stoffe hervor, der sich schon vorher im Zellsafte gelöst befand und unter Umständen roth, unter anderen wieder farblos werden kann. Das Chromogen dieses rothen Farbstoffes dürfte nichts anderes als Gerbstoff oder vielmehr, weil die durch schweflige Säure entfärbten, sowie die an sich farblosen Blumenblätter durch Säuren roth gefärbt werden, jene Modifikation des Gerbstoffes sein, die wir als Cyanogen bezeichneten. Die Umwandlung dieses Stoffes in Anthocyan beruht auf einer Oxydation."

Diese Ausführungen wurden bereits durch V. HÖHNEL[1]) einer Kritik unterzogen, die aber in wesentlichen Punkten der Richtigstellung bedarf. Zunächst ist doch klar, dass die Wahl der Bezeichnung Cyanogen für den Stoff, aus welchem sich das Anthocyan bildet, eine ganz glückliche war. V. HÖHNEL dagegen änderte diesen Namen in Xylophilin um und sagt dazu: „Der Stoff nimmt doch unter keinen Umständen eine bläuliche Färbung an, und es erschien mir unpassend, einen Namen zu verbreiten, welcher etwas unrichtiges aussagt und eine Eigenschaft anzeigt, welche der so genannte Körper gar nicht besitzt." Diese Auffassung ist wohl nur so zu erklären, dass die von WIGAND angegebenen Beziehungen V. HÖHNEL vollkommen dunkel geblieben waren. Allerdings fehlten genauere Beweise, und so ist die Auffassung V. HÖHNEL's, dass WIGAND das Alles überhaupt nicht gesehen haben könne, wenigstens nicht so ganz ungerechtfertigt, zumal da letzterer auch in dem erst 1887 gedruckten, jedoch unveränderten Manuscripte, in welchem die Belege für jene 1862 veröffentlichten „Sätze" zu finden

1) l. c., pag. 693.

sein sollten, für manchen dieser Punkte nichts Exactes beibringt. Wenn aber v. Höhnel angiebt, dass das meiste, was Wigand über das Cyanogen aussage, unrichtig sei, so geht das sicher über das Mass berechtigter Kritik hinaus. Als durchaus irrthümlich sei hier indessen die Angabe Wigand's erwähnt, dass sich das Cyanogen auch mit Ammoniak, sowie an der Luft (ausserhalb der Pflanze) roth färbe.

Diesen Beobachtungen schliesst Wigand in einer zweiten Veröffentlichung[1]) desselben Jahres eine weitere an, die das besondere Interesse dadurch erregt, als hier zum ersten Male das Cyanogen ausgezogen und als Reagens auf verholzte Membranen überhaupt verwendet wird. Auf Wigand ist demgemäss die Auffindung der sogenannten Xylophilinreaction zurückzuführen, welche dann durch v. Höhnel und insbesondere Wiesner näher beleuchtet wurde.

Hartig[2]) schob 1863 die Violettfärbung des Bastringes von Coniferen mit Schwefelsäure auf einen Gehalt an Abietin, welches er aus den Cambialfasern dargestellt hatte, obgleich es ihm nicht gelang, diesen Körper auch aus dem Baste rein abzuscheiden. Dass die Färbung ferner im Holze, selbst dem älteren auftritt, verleitete ihn, auch hierfür einen Abietingehalt in Anspruch zu nehmen. Man erkennt leicht, dass diese Angaben auf einer Verwechselung mit der nur makrochemisch sichtbaren Rothviolettfärbung des Coniferins (das Abietin Hartig's) durch Schwefelsäure beruhen.

Dem gleichen Irrthume verfiel Kubel[3]), welcher glaubte, das Coniferin sehr leicht durch concentrirte Schwefelsäure in den Nadelhölzern nachweisen zu können.

Weitere Unrichtigkeiten finden sich in einer Dissertation von R. Müller[4]). Derselbe erklärt eine kurz vorher von Tangl als Coniferinreaction angesprochene, blaugrüne Färbung verschiedener Holzkörper durch Phenol-Salzsäure für identisch mit der durch das Cyanogen bei Einwirkung von Salzsäure auftretenden Violettfärbung und glaubt das Cyanogen selbst als stickstoffhaltiges Glycosid(!) ansprechen zu müssen, zumal da die pfirsichblüthrothe Farbe, die bei Schwefelsäurezusatz eintrete, dieselbe sei, welche Proteïnstoffe bei Behandlung mit Zucker und Schwefelsäure annehmen(!!). Es ist ohne weiteres klar, dass hier Reactionen auf drei ganz verschiedene Körper auf einen und denselben Stoff bezogen werden. Die Ansicht Wigand's über die Beziehungen des Cyanogens zu den Gerbstoffen wird verworfen, weil der als Zellinhalt auftretende Gerbstoff sich, wo vorhanden, neben dem in die Membran eingelagerten Cyanogen nachweisen lässt; dass Wigand

1) Bot. Ztg. 1862, pag. 129.
2) Bot. Ztg. 1863, pag. 413.
3) Journ. f. pract. Chem. 1866, pag. 243.
4) Flora, 1874, pag. 399 und Diss.: Rinde unserer Laubhölzer. Breslau 1875.

schon von letzterem als Inhaltsstoff gesprochen hatte, wusste MÜLLER augenscheinlich nicht.

Aus der Abhandlung von HERRMANN[1]) ist zu entnehmen, dass die Vertheilung des Phloridzins in den Geweben mit der des Phloroglucins übereinstimmt.

Eingehendere Untersuchungen veröffentlichte demnächst v. HÖHNEL[2]), der, wie schon erwähnt, überflüssiger Weise den Namen Cyanogen in Xylophilin umänderte. Die wichtigsten Ergebnisse derselben waren folgende, soweit dieselben, die Vertheilung dieses Körpers betreffend, nicht schon oben Berücksichtigung gefunden haben.

Von Kräutern waren nur *Pilularia globulifera* und *Marsilea quadrifolia* xylophilinreich; im Allgemeinen zeichneten sich durch sehr grossen Gehalt daran Amygdaleen, Ericaceen, Melastomaceen, Myrtaceen, Pomaceen, Ribesiaceen, Salicineen, Violaceen, durch grossen Gehalt Acerineen, Aroïdeen, Ampelideen, Coniferen, Cupuliferen, Euphorbiaceen, Hydropteridеen, Hippocastanaceen, Moreen, Oenothereen und Polygoneen, wahrscheinlich auch Balsamifluen, Hypericaceen, Juglandeen, Palmen, Plataneen, Ternströmiaceen, Tiliaceen und Ulmaceen aus. Als am xylophilinreichsten war *Prunus avium* zu bezeichnen. Aber nicht alle Arten einer Familie verhielten sich immer übereinstimmend, obgleich letzteres das häufigere war: so führte *Evonymus fimbriata* und *E. japonica* viel, *E. europaea* wenig, *E. latifolia* kein Xylophilin. Das Vorkommen dieses Körpers beschränkte sich, obgleich alle früheren Forscher die Violettfärbung auf einen in die Zellwand eingelagerten Stoff bezogen hatten, in lebenden wie todten Zellen ausschliesslich auf den Inhalt. Derselbe trat also auch beim Absterben nie in die Zellwand ein; in ganz leeren Zellen, wie Holzfasern, Tracheïden und Gefässen, fehlte derselbe. Blattstiele, Blattnerven, Fruchtstiele und Samenschalen zeigten gleichfalls die Reaction. *Prunus avium* enthielt viel Xylophilin selbst im Cambium; *Aesculus Hippocastanum*, ebenso *Betula*, *Tilia*, *Itea*, *Kalmia* spec. etc. keines im Holze; *Gingko*, *Rubus Idaeus*, *Ulmus effusa*, *Viburnum Tinus* weder etwas im Holze, noch im Marke. Zur Darstellung des Xylophilinextractes wurden Zweige von *Prunus avium* verwendet; denn nur Material, welches Ueberschuss daran enthielt, war zur Herstellung desselben brauchbar, da sonst das Xylophilin von der ligninhaltigen Membran hartnäckig festgehalten wurde und erst nach $^3/_4$-stündigem Kochen völlig extrahirt war, weshalb sich auch *Aesculus*- und *Salix*-Zweige ungeeignet erwiesen. Dies Xylophilinextract gab aber schon mit Salzsäure allein eine schmutzig violette Reaction, Holzsubstanz war also zur Hervorbringung der Färbung nicht unbedingt erforderlich, bewirkte vielmehr nur eine Verstärkung derselben. Als Schlussresultate

1) Nachweis organ. Verbind. in veget. Geweben. Diss. 1876.
2) l. c., pag. 663.

gab v. Höhnel an: 1. Xylophilin bildet mit Salzsäure einen schwach violett gefärbten Körper, der durch längere Einwirkung von Salzsäure zerstört oder in eine andere Verbindung übergeführt wird. 2. Xylophilin bildet mit Holzstoff keine chemische Verbindung, wird aber stark absorbirt und selbst den besten Lösungmitteln gegenüber festgehalten. Setzt man zu einem in concentrirter Salzsäure liegenden, violett gewordenen Schnitte Anilinsulfat, so entsteht eine Mischfarbe; wäre der Holzstoff durch das überschüssig zugesetzte Xylophilin chemisch gebunden, so könnte keine gelbe Reaction auftreten. 3. Der aus Xylophilin und Salzsäure gebildete Körper wird von verholzten Membranen bei Gegenwart überschüssiger Salzsäure intensiv violett eingelagert. 4. Aus so gefärbten Membranen lässt sich die Salzsäure mit Wasser herausziehen, während Xylophilin darin bleibt und mit Salzsäure dann wie vordem reagirt. Die Abhandlung schliesst mit der Vermuthung, dass das Xylophilin als schwache Base mit Säuren sehr leicht zersetzbare, rothviolett gefärbte Verbindungen eingehen dürfte, die von holzstoffhaltigen Membranen bei Gegenwart überschüssiger Säure mit viel intensiverer Färbung eingelagert würden.

Soweit die vorstehenden Resultate v. Höhnel's einer Widerlegung oder Berichtigung bedürfen, seien die diesbezüglichen Erörterungen, falls nicht schon im anatomischen Theile erwähnt, hier im Zusammenhange kurz angeschlossen, denn es hätte zu weit geführt, an den verschiedenen Punkten dieser Arbeit stets hierauf zurückzukommen.

Von Kräutern zeigen *Potentilla*, *Geum*, *Hypericum*, *Polygonum* spec. und viele andere starke Reaction, nicht so indessen Ampelideen, Aroïdeen und Oenothereen; *Prunus avium* enthält zwar sehr viel Phloroglucin, aber andere Rosaceen, *Aesculus* und *Platanus* spec. gaben jener Pflanze nichts nach; die Salices sind im Allgemeinen etwas ärmer daran. *Evonymus latifolia* wies beträchtlichen Phloroglucingehalt auf, *E. europaea* weniger, *E. fimbriata* und *japonica* waren leider nicht zu erhalten. Wieweit innerhalb einer und derselben Gattung ein abweichendes Verhalten in Bezug auf das Vorkommen von Phloroglucin constatirt werden konnte, ist bereits eingehend erörtert. Mit dem Eintrocknen des Zellsaftes in absterbenden Zellen tritt, wie gezeigt wurde, das Phloroglucin in die Membran über, ist also im abgestorbenen Korke und in beim herbstlichen Laubfalle abgeworfenen Blättern in der Zellwand, sonst allerdings stets als Inhalt nachzuweisen. In Gefässen kommt Phloroglucin sehr selten vor, kaum häufiger in Holzfasern, nicht so selten indessen in den Tracheïden des Coniferenholzes (*Chamaecyparis Nutkaensis*, *Larix sibirica*). Was die morphologische Verbreitung anlangt, so kann es überall vorhanden sein. Im Cambium pflegt nur der Markstrahltheil zu reagiren, bei *Prunus avium* nicht stärker wie bei anderen Rosaceen, Hippocastanaceen und Platanaceen. *Aesculus*, *Betula*, *Gingko*, *Tilia*, *Ulmus* und *Viburnum Tinus* enthalten

sehr wohl im Holze Phloroglucin, letztere Pflanze nicht wenig auch im Marke, *Ulmus* dagegen hier keins und *Gingko* nur sehr geringe Mengen. Aus *Aesculus*-Zweigen lässt sich unschwer ein Extract gewinnen, das mit Vanillin-Salzsäure reagirt. Dass Holzsubstanz zur Violettfärbung nicht nöthig sei, ist nur insofern richtig, als es dazu einzig des Vanillins bedarf; das Xylophilinextract reagirt schon mit Salzsäure allein schwach, weil es eben Vanillin enthält. Betreffs der Schlussresultate ist zu bemerken ad 1, dass das Phloroglucin mit Salzsäure an sich keinen gefärbten Körper geben kann, wodurch die vermeintliche Zerstörung oder Umwandlung desselben bei längerer Einwirkung der Säure hinfällig wird; ad 2, dass es sehr wohl mit einem integrirenden Bestandtheile des Holzstoffes, dem Vanillin, eine chemische Verbindung eingeht, von einem blossen „Festhalten" also nicht die Rede sein kann, und dass die Mischfarbe bei Zusatz von Anilinsulfat ganz natürlich ist, denn letzteres reagirt bei Gegenwart von Salzsäure mit dem Coniferin, Phloroglucin aber mit dem Vanillin der Holzsubstanz; ad 3 und 4, dass das aus Phloroglucin und Vanillin entstandene Phloroglucin-Vanillein an sich ein farbloser Körper ist, der erst durch freie Salzsäure violett wird; wäscht man also die Säure aus, so verblasst die Färbung, giebt man neue hinzu, so verstärkt sie sich wieder. Die Unhaltbarkeit der zum Schlusse noch angefügten Vermuthung v. HÖHNEL's ergiebt sich aus dem Vorstehenden von selbst. Die wesentlichen Unterschiede in Bezug auf den Phloroglucingehalt einzelner Pflanzen beschränken sich auf folgende. Es enthielten von diesem Körper nach:

	v. HÖHNEL	WAAGE
Coffea arabica	kein	wenig
Evonymus latifolia	„	ziemlich viel
Deutzia gracilis	„	wenig
Rhus typhina	„	viel
Robinia Pseud-Acacia . . .	„	wenig
Rosa canina	„	viel
Sambucus nigra	„	wenig
Ulmaria pentapetala	„	„
Myricaria germanica	wenig	ziemlich viel
Fraxinus excelsior	mittel	kein
Ligustrum vulgare	„	„

Die Untersuchungen über diesen Körper traten in ein neues Stadium, als WESELSKY[1]) die Reaction mit Anilin- oder Toluidinnitrat und Alkalinitrit aufgefunden hatte. v. WEINZIERL[2]) benutzte dieselbe

1) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1876, Heft 3.

2) Oesterr. bot. Zeitschr. 1876, pag. 285. Diese Arbeit erschien kurz vor derjenigen v. HÖHNEL's; aus Zweckmässigkeitsgründen wurde sie hier der vorigen nachgestellt.

alsbald, um die Verbreitung des Phloroglucins an einer grösseren Anzahl Pflanzen zu ermitteln. Nicht überall aber waren die Resultate desselben erfolgreich. *Abies pectinata*, *Juniperus communis*, *Larix decidua*, *Pinus silvestris* und *Platanus occidentalis* wurden als phloroglucinfrei angegeben, Pflanzen, in denen sich sehr beträchtliche Mengen davon schon durch Betupfen mit Salzsäure nachweisen liessen, was für die Abietineen bereits von LINDT[1]) gerügt wurde. Das des Weiteren behauptete Vorkommen von Phloroglucin in den Zellwänden der Gefässe und Holzfasern erscheint mindestens noch sehr unsicher und dürfte meist auf Uebertritt des Reactionsproductes der Inhalte angrenzender Holzparenchymzellen zurückzuführen sein; dagegen ist richtig, dass in Ausnahmefällen dieser Körper als Inhaltsstoff in Gefässen und Fasern vorkommt. Die Annahme, dass das Phellogen der Bildungsort und Ausgangspunkt der Wanderung des Phloroglucins nach der Knospe(!) sei, ist ebenso unbegründet wie unwahrscheinlich.

WIESNER[2]) zeigte sodann, dass das Xylophilinextract v. HÖHNEL's wesentlich phloroglucinhaltig sei. Derselbe fand, dass nur das freie Phloroglucin mit Salzsäure auf Holzsubstanz reagirt, sowie, dass Brenzcatechin und Resorcin ähnliche, aber viel schwächere und mehr blauviolette Färbungen hervorrufen. Dem Einwurfe WIESNER's, dass die durch v. HÖHNEL als xylophilinhaltig bezeichneten Pflanzen theils solche seien, die Phloroglucin, theils solche, die Brenzcatechin enthielten, kann in dieser allgemeinen Form nicht zugestimmt werden. Dass sich in gewissen Pflanzen neben Phloroglucin auch Brenzcatechin findet, ist eine andere Frage. Wieweit letzteres den Ton der rothen bis violetten Färbung als dritter Stoff beeinflusst, bleibt noch zu untersuchen.

GAUNERSDORFER[3]) berührte die Violettfärbung nur nebensächlich.

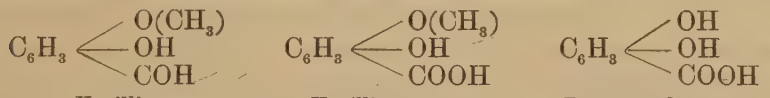
Chemisch fand diese Reaction erst ihre genauere Erklärung durch SINGER[4]), welcher das Vanillin als ständig in der Holzsubstanz vorhanden und als Ursache der Violettfärbung erkannte. Den Grund der gegen das makrochemisch ziegelrothe Reactionsproduct mit reinem Vanillin sehr in's Violette gehenden Farbe glaubte auch er in dritten Stoffen suchen zu müssen.

TEMME[5]) gab an, dass Gummi sich oft mit Phloroglucin-Salzsäure schwach violett färbte. Vielleicht dürfte man hieraus auf einen geringen Vanillingehalt des Gummis schliessen; auch Phloroglucin kommt darin in kleinen Mengen vor, wie die mit Salzsäure allein nicht selten auftretende Färbung beweist (Pruneen). Letzteres erscheint, als mechanisch

1) Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie. 1885, pag. 495.
2) Sitzungsber. d. Wiener Akad., Bd. 77, I, 1878, pag. 60.
3) Sitzungsber. d. Wiener Akad., Bd. 85, I, 1882, pag. 9.
4) Sitzungsber. d. Wiener Akad., Bd. 85, I, 1882, pag. 345.
5) Landwirthschaftl. Jahrb., 1885, pag. 466.

beigemischt betrachtet, ganz erklärlich, da nach den Untersuchungen von FRANK[1]) und PRILLIEUX[2]) das Gummi aus den Inhaltsstoffen der Holzparenchymzellen hervorgeht.

LINDT (l. c.) endlich führte den Phloroglucinnachweis mit Vanillin-Salzsäure ein. Anscheinend unbekannt mit den „Sätzen" WIGAND's suchte derselbe gewisse Beziehungen zwischen dem Vorkommen von Phloroglucin und dem Auftreten der Rothfärbung zu erweisen und sprach die Vermuthung aus, dass letztere in vielen Fällen als Reactionsproduct gewisser aus Gerbsäuren entstandener Umwandlungsproducte auf Phloroglucin zu betrachten wäre, wie wir ein solches in dem Phloroglucin-Vanilleïn besässen. Zur Unterstützung dieser Annahme erinnerte derselbe daran, wie nahe das Vanillin als Methylprotocatechusäurealdehyd der Protocatechusäure steht:



Vanillin, Vanillinsäure, Protocatechusäure,

welche als Spaltungsproduct vieler Gerbsäuren bekannt ist.

Analogie mit den Gerbstoffen.

Sämmtliche zur Ermittelung der Verbreitung des Phloroglucins herangezogenen Pflanzen wurden auch auf Gerbstoffgehalt untersucht. Zu diesem Zwecke waren die betreffenden angeschnittenen Pflanzentheile 8—10 Tage in concentrirter, zunächst erwärmter, Kaliumdichromatlösung liegen gelassen und dann abgewaschen. Für den verfolgten Zweck war es gleichgiltig, was für gerbstoffartige Körper im Besonderen damit gefällt wurden, nur musste der Niederschlag unlöslich am Orte der Entstehung verbleiben, und Phloroglucin durfte nicht mitgefällt werden. Da letzteres bei der Behandlung mit Methylenblau, wie eingangs gezeigt worden, der Fall war, die anderen bekannten Gerbstoffreagentien das Kaliumdichromat an Werth keinesfalls erreichten, und dieser Körper überdies zumeist von den Gerbstoffautoren benutzt wurde, so konnte auch hier von der Heranziehung mehrerer Reagentien, wie NICKEL vorgeschlagen hatte, Abstand genommen und das braune Reactionsproduct mit Kaliumdichromat als „Gerbstoffe" betrachtet werden. Wo zu besonderen Zwecken die Anwendung eines Eisensalzes wünschenswerth erschien, wurde eine Lösung von wasserfreiem Eisenchlorid in absolutem Aether verwendet, oder die Fällung geschah mit Kupferacetat, worauf der schwach tingirte Niederschlag mit Ferriacetat umgefärbt wurde (MOLL-KLERCKER).

Es würde zu weit führen, auch nur kurz über das Vorkommen

1) PRINGSHEIM's Jahrb., Bd. V, pag. 25.

2) Ann. des sc. nat. 6 sér. Bot. T. 1, pag. 176.

von Gerbstoffen in dem untersuchten, umfangreichen Materiale zu berichten. Die Untersuchungen von KRAUS und anderen, oft Werke jahrelanger Arbeit, waren nicht im Stande, das Dunkel zu lichten, welches über dem Bildungsprocesse und der physiologischen Function der Gerbstoffe lagerte, und so erschien es um so berechtigter, hier die Aufstellung analoger Beziehungen zwischen diesen und dem Phloroglucin zu versuchen, in der Hoffnung, dass sich daraus neue Gesichtspunkte ergeben möchten, um dem Verständnisse der Trioxybenzole und ihrer Derivate als Pflanzenstoffe auf den Grund zu kommen.

Wir können uns nicht der Meinung NICKEL's[1]) anschliessen, dass der Begriff des Gerbstoffes durch den oxyaromatischer Verbindungen ersetzt werden müsse, schon aus dem Grunde, weil das Phloroglucin, welches uns hier besonders interessirt, doch auch ein solcher Körper ist, sich gegen Reagentien aber, mit Ausnahme des Methylenblaus, grundverschieden von jenen Verbindungen verhält, welche man vorläufig als Gerbstoffe zusammenfasst. Rein botanisch allerdings scheint eine derartige Auffassung eher gerechtfertigt. Zunächst ist die Vertheilung des Phloroglucins im Pflanzenkörper derjenigen der Gerbstoffe völlig entsprechend. Ueberall wo Phloroglucin nachgewiesen werden kann und zwar in denselben Zellen tritt auch Gerbstoffreaction auf, nicht aber umgekehrt, und so enthalten viele Zellen Gerbstoffe, ohne dass Phloroglucin zugegen ist. Wo aber die Gerbstoffreaction einigermassen kräftig auftritt, ist stets auch Phloroglucin vorhanden. Selbst in den Gerbstoffblasen kann man letzteres nachweisen. Auch die Reactionsstärke eines jeden dieser beiden Körper pflegt sich bezüglich ihrer in der Pflanze vorhandenen Menge in obigem Sinne zu entsprechen, doch sind Ausnahmen beobachtet; so erscheint *Vicia Faba* sehr gerbstoffreich, aber nur phloroglucinarm. Das Vorkommen von Gerbstoffen in Gefässen, Siebröhren und prosenchymatischen Fasern ist ebenso selten wie das von Phloroglucin, beide Körper verschwinden für gewöhnlich mit der Längsausbildung dieser Elemente.

Nächst der Vertheilung ist es Ort und Art der Bildung, die hier in den Bereich unserer Erörterungen zu ziehen sind. Konnten wir bei jener eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen Phloroglucin und Gerbstoffen feststellen, so ist dies hier nur mehr theilweise der Fall. Vor Allem lässt sich eine primäre, an das Licht gebundene Phloroglucinbildung im Sinne von KRAUS für Gerbstoffe nicht erweisen. Isolirte Blätter vermehren nicht im Lichte ihren Phloroglucingehalt, panachirte sind nicht ärmer daran als rein grüne, und wo nur eine Leitung und Umwandlung von Kohlenhydraten in oben ausgeführter Weise stattfindet, kann Phloroglucin gebildet werden. Eine Wanderung dieses Körpers findet nur in beschränktem Maasse statt.

1) Naturwissenschaftl. Wochenschr., 1889, pag. 309.

Während diese Thatsachen mit den von KRAUS für Gerbstoffe angeführten in Widerspruch stehen, stimmen andere damit genau überein. So hängt das Auftreten von Phloroglucin nicht direct vom Assimilationsprocesse ab, eine Verwendung als plastischer Bau- oder Reservestoff findet nicht statt, daher auch keine Rückleitung aus den Blättern beim herbstlichen Laubfalle, wohl aber beim Keimen phloroglucinhaltiger Samen eine Vergrösserung der Menge desselben. Die Art und Weise der Entstehung des Phloroglucins, wie sie oben zu erklären versucht wurde, stimmt mit der bereits erwähnten Hypothese von BÜSGEN über die Bildung von Gerbstoffen überein; letztere ermangelte indessen theoretisch-chemischer Begründung.

Endlich finden sich auch in der Function dieser Körper Analogien. Phloroglucin wie Tannin und die übrigen Gerbstoffe sind als Nebenproducte des Stoffwechsels zu betrachten, ohne jedoch ausschliesslich Excrete zu sein. Dies ist allerdings der Fall in den jährlich abgeworfenen Gewebetheilen der Pflanze, mit denen, wie wir gesehen haben, andauernd grosse Mengen beider für die Pflanze verloren gehen. Ein anderer, wenn auch geringerer Theil derselben ist aber weiterer Umwandlung sehr wohl fähig.

Ueberblicken wir am Schlusse noch die hierbei in's Gewicht fallenden chemischen Thatsachen, so ergiebt sich folgender Reactionsverlauf als in der Pflanze möglich:

Aus Zucker $C_6H_{12}O_6$ wird durch Wasserabspaltung Stärke $C_6H_{10}O_5$ gebildet; durch weiteren Wasseraustritt entstehen als Nebenproducte:

C_6H_2(OH (1), OH (2), OH (3), H) Pyrogallol und C_6H_2(OH (1), OH (3), OH (5), H) Phloroglucin.

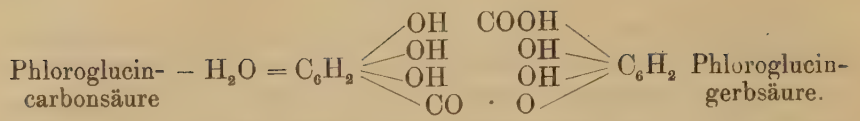
Ein Theil davon geht durch die in statu nascendi vorhandene Kohlensäure über in:

Pyrogallol $+ CO_2 = C_6H_2$(OH, OH, OH, COOH) Gallussäure,

Phloroglucin $+ CO_2 = C_6H_2$(OH, OH, OH, COOH) Phloroglucincarbonsäure.

Inzwischen verläuft die Wasserabspaltung noch weiter, und es entsteht aus je 2 Molecülen dieser Säuren:

Gallussäure $- H_2O = C_6H_2$(OH, OH, OH, CO — COOH, OH, OH, O) C_6H_2 Tannin. (Gallusgerbsäure)



Andere Gerbstoffe dürften gleichfalls durch Wasseraustritt entstanden gedacht werden können. Alle diese ätherartigen Anhydride sind dann einer Oxydation fähig, wobei man zu Phlobaphenen, Gerbrothen, beziehentlich Phlorotanninrothen gelangt.

Pflanzenphysiologisches Institut d. Kgl. landwirthschaftl. Hochschule zu Berlin.

29. B. Frank: Ueber Assimilation von Stickstoff aus der Luft durch Robinia Pseudacacia.

Eingegangen am 23. October 1890.

Nachdem von einigen krautartigen Papilionaceen experimentell bewiesen worden ist, dass sie die Fähigkeit haben, atmosphärischen Stickstoff zu assimiliren und es immer wahrscheinlicher geworden ist, dass in dieser ganzen Pflanzenfamilie jene Fähigkeit besonders hoch entwickelt ist, so lag es nahe, auch einen Vertreter der Holzpflanzen, die *Robinia Pseudacacia*, darauf hin zu untersuchen.

Wie wir jetzt wissen, ist die ausserordentlich energische Stickstoffassimilation bei der Lupine, bei der Erbse und einigen anderen bis jetzt geprüften landwirthschaftlichen Culturpflanzen die Folge einer Symbiose mit einem Spaltpilze, welche ihren nächsten Ausdruck in dem Auftreten der bekannten Wurzelknöllchen findet, und welche diese Pflanzen befähigt, sogar von ihrer ersten Entwickelung an ihren ganzen Stickstoffbedarf der Luft zu entnehmen, also auf völlig stickstofffreiem Boden zu wachsen und eine normale Stickstoffproduction zu liefern. Da nun jene Pilzsymbiose thatsächlich über die ganze Familie der Papilionaceen verbreitet ist, so ist es von vornherein schon wahrscheinlich, dass auch andere solche Papilionaceen, die wir an ihren natürlichen Standorten auf leichtem, stickstoffarmem Boden gedeihen sehen, die gleiche Eigenschaft besitzen werden. Zu den letzteren gehört bekanntlich *Robinia Pseudacacia*.

Ich habe daher mit dieser Pflanze ebensolche Versuche angestellt, wie ich es mit Lupinen und Erbsen gethan habe[1]). Die zu den Versuchen gehörigen Stickstoffbestimmungen sind von dem Assistenten meines Instituts, Herrn Dr. OTTO, ausgeführt worden.

Zur Cultur verwendete ich einen vollständig stickstofffreien, reinen, weissen Quarzsand, welcher vorher geglüht, dann mit salzsäurehaltigem Wasser, zuletzt mit reinem Wasser ausgewaschen worden war. Je $2^1/_2$ *kg* dieses Sandes wurden in Glastöpfe von 21 *cm* Höhe und 17 *cm* Weite gebracht. Um dem Boden die nöthigen mineralischen Nährstoffe zuzufügen, wurde jeder Topf begossen mit 20 *ccm* einer Nährstofflösung, welche in folgender Weise zusammengesetzt war:

7 $MgSO_4$
8 KCl
30 $CaCO_3$
13 K_2HPO_4
58 in 1 *l* H_2O

Es erhielt jeder Topf also 1,16 *g* dieses Nährstoffgemisches. Die so gefüllten Culturgefässe wurden dann im Dampfsterilisirungsapparat mehrere Stunden lang im Wasserdampf von 100° sterilisirt.

Nach dieser Vorbereitung impfte ich eine Anzahl Töpfe mit einem Minimum eines frischen Sandbodens, der einer Stelle, wo alte Robinien wurzelten, entnommen worden war, um das Rhizobium der Robinie einzuführen, und säete dann in jeden der Töpfe einen Robiniensamen. Die Culturen blieben im Gewächshause vor Regen geschützt stehen und wurden, je nach Bedarf, nur mit destillirtem Wasser begossen.

Die Keimung ging gut von statten, und die jungen Robinien entwickelten sich den Sommer über ganz freudig. Wie gewöhnlich warfen sie, nachdem sie eine gewisse Erstarkung erlangt hatten, die kleineren primordialen Blätter ab, um so kräftiger kamen dann die folgenden Blätter zur Entwickelung. Die Pflanzen glichen im Herbste in jeder Beziehung gleichalterigen im freien Lande gewachsenen Robinien. Schon der Augenschein zeigte, dass hier eine bedeutende Vermehrung des organischen Stickstoffes vorliegen musste. Das nachstehende Ergebniss, welches die Ernte lieferte, giebt dafür den Beweis.

Die Robiniensamen sind verhältnissmässig klein, einer wiegt 0,018 *g* und enthält, da der Stickstoffgehalt zu 3,353 pCt. bestimmt wurde, nur 0,0006 *g* Stickstoff.

Versuchsdauer: 1. Mai bis 10. September = 125 Tage (unter Abrechnung der ca. 8-tägigen Keimdauer).

Die geernteten Pflanzen der geimpften Culturen waren bis 22 *cm* hoch geworden und hatten je 5 bis 7 vollkommene Blätter, deren Länge 9—18 *cm* betrug. Jede Pflanze hatte ziemlich viel Wurzel-

1) Die Pilzsymbiose der Leguminosen. Berlin 1890.

knöllchen entwickelt, die in allen Grössen von Senfkorngrösse bis zu fast bohnengrossen, korallenförmigen Complexen zu finden waren. Viele Knöllchen waren bereits ganz entleert, ihr Inhalt also schon von der Pflanze resorbirt und verbraucht worden, andere waren in der Entleerung begriffen, andere noch hart und voll. Diese Stadien zeigten sich an einem und demselben Individuum gleichzeitig.

Die Analyse ergab von vier sammt Wurzeln und Knöllchen geernteten Pflanzen 4,411 *g* Trockensubstanz, worin 0,092 *g* Stickstoff.

In den Versuch eingeführt waren 4 Samen = 0,0024 *g* Stickstoff.

Die Robinie hatte also in dem vollständig stickstofffreien Boden bereits im ersten Sommer ihren aus dem Samen stammenden Stickstoff in Folge ihrer Vegetation um mehr als das 38-fache vermehrt, und dieser Stickstoff konnte aus keiner anderen Quelle als aus der Luft gewonnen worden sein.

In der Robinie haben wir also eine Holzpflanze, welche gleich bei der ersten Ernährung der Keimpflanze ihren Stickstoffbedarf einzig und allein aus der Luft decken kann, für deren organische Production also lediglich atmosphärische Luft mit ihrer Kohlensäure und ihrem Stickstoff und Wasser genügen, und welche aus dem Erdboden nur die mineralischen Nährstoffe, wie Kalk, Magnesia, Kali, Phosphate und Schwefelsäure beanspruchen. Dieser Baum spielt also für die Forstcultur dieselbe Rolle wie z. B. die Lupine für den Ackerbau; er lässt sich auf ganz leichtem, stickstoffarmen Sandboden cultiviren, was ja in der Forstwirthschaft längst anerkannt ist und wofür hier die wissenschaftliche Begründung gegeben ist.

Neben den geimpften Culturen liess ich auch einige mit Robinien besäete Glastöpfe ungeimpft, um das Verhalten der Pflanze im nichtsymbiotischen Zustande zu prüfen. Aber trotz aller gebrauchten Vorsichtsmassregeln, den Zutritt von Keimen abzusperren, namentlich durch eine auf den Sand aufgelegte dicke Watteschicht, aus welcher nur die Stengel der Pflänzchen hervorragten, schlichen sich im Laufe des Versuches Rhizobiumkeime ein; die Pflanzen zeigten bei Abschluss des Versuches ebenfalls Knöllchen an den Wurzeln und standen in ihren oberirdischen Theilen ebenso günstig wie die absichtlich inficirten. Dieses ausserordentlich leichte Eindringen von Rhizobiumkeimen aus dem Staub der Luft, und die Begierde, mit welcher die Wurzeln diese Keime annehmen, ist eine allen Forschern, die sich mit solchen Versuchen beschäftigen, bekannte Thatsache. Der Einfluss der Symbiose zeigte sich aber wenigstens insofern, als einige dieser Pflanzen, bei welchen die Infection augenscheinlich erst spät eingetreten war, indem sie nur erst ein einziges, noch kleines Knöllchen besassen, in der Entwickelung viel weiter zurückgeblieben waren.

Pflanzenphysiologisches Institut d. Kgl. landwirthschaftl. Hochschule zu Berlin.

30. H. Zukal: Ueber einige neue Pilzformen und über das Verhältniss der Gymnoascen zu den übrigen Ascomyceten.

(Mit Tafel XVII.)

Eingegangen am 30. October 1890.

Gymnoascus durus nov. spec.

(Tafel XVII, Fig. 1—4 u. 9).

Ascusknäuel kugelig, etwa 1—1 $^1/_2$ *mm* im Durchmesser, schmutzigweiss oder licht-bräunlich, einzeln oder gruppenweise zu einem Stroma vereinigt und so hart, dass sie leicht mit dem Messer in dünne Scheibchen zerlegt werden können (Fig. 1). Hülle, aus dicht verflochtenen Hyphen bestehend, dreizonig. Die Hyphen der innersten und zugleich dünnsten Zone sind glatt, etwa 1—1,5 μ dick und verlaufen nahezu parallel in tangentialer Richtung. Zwischen ihnen finden sich viele, mit Luft erfüllte Lücken.

In der zweiten Zone bilden die etwas dickeren, nach allen möglichen Richtungen durcheinander geflochtenen Hyphen ein vollkommen luftleeres Geflecht, welches aber noch den Character eines Pseudoparenchyms entbehrt. Diese leicht zu übersehende Mittelzone geht allmählich in die dritte, äusserste Zone über, in welcher die etwa 2,5—3 μ dicken, licht-bräunlichen und englumigen Hyphen wieder bedeutend lockerer mit einander verwebt sind. Die ganze dreizonige Hülle ist etwa 140 μ dick. Ascusknäuel farblos oder schwach gelblich, aus zwei verschiedenen Elementen bestehend, nämlich aus dicht gedrängten, nahezu kugeligen Schläuchen (Fig. 3 und 9) und aus sterilen, geweihartig verzweigten Zwischenhyphen (Fig. 2). Letztere sind englumig, ziemlich steif, aber nur 1—1,5 μ dick. Asci etwa 6—7 μ lang und 5—6 μ breit (Fig. 9). Sporen zu 8 zusammengeballt, gelblich, cylindrisch-elliptisch, gewöhnlich etwas kantig, etwa 3—4,5 μ lang und 2,50 μ breit, mit dickem, aber glattem Epispor (Fig. 4).

Von mir im Zimmer auf in Galläpfelextract schwimmenden Korkscheiben cultivirt. Wien, Herbst 1889.

Aphanoascus nov. gen.

Die Hülle der Fruchtkörper ist nur in der Jugend, etwa bis zur Anlage der Sporen *Gymnoascus*-artig, später bildet sie sich zu einem

lückenlosen Pseudoparenchym um. Die Anlage der Asci, Sporen und Zwischenhyphen erfolgt jedoch streng nach dem *Gymnoascus*-Typus.

A. cinnabarinus nov. spec.

(Tafel XVII, Fig. 5—7 u. 10).

Fruchtkörper kugelig, 1—2 *mm* im Durchmesser, bei vollkommener Reife zinnoberroth. Hülle nur in der Jugend *Gymnoascus*-artig, weiss, später pseudoparenchymatisch, roth, ringsum mit weichen, kurzen, deutlich gegliederten Haaren bekleidet (Fig. 5). Die Ascusknäuel bestehen wie bei *Gymnoascus* aus 2 Elementen, nämlich aus dichtgedrängten, birnförmigen oder nahezu kugeligen Schläuchen (Fig. 6b) und aus reich verzweigten, etwa $1^1/_2$—2 μ dicken, englumigen, ziemlich steifen Zwischenhyphen (Fig. 6a). Asci anfangs farblos, später durchscheinend ziegelroth, ca. 13—14 μ lang und 12—15,5 μ breit (Fig. 6 b) Sporen zu 8 zusammengeballt, elliptisch bis kugelig, röthlich, etwa 5,5 μ lang und 5 μ breit, mit einem kurzstacheligen Epispor (Fig. 10). Die nahezu rechtwinkelig, nach dem Schema einer zusammengesetzten Traube verzweigten, *Botrytis*-artigen Conidienträger entstehen entweder unmittelbar auf den jungen Fruchtkörpern, oder bilden selbständige, lockere, rein weisse Watten (Fig. 7). Die theils seitlich, theils intercalar abgeschnürten, farblosen Conidien sind kurzgestielt, keulenförmig, an dem schmaleren Ende geradlinig abgestutzt an dem breiteren abgerundet, etwa 12 μ lang und 8 μ breit, mit glattem Epispor (Fig. 8).

Auf feucht gehaltenem Alligatormist von mir im Zimmer cultivirt. Wien, Herbst 1889.

Der geschilderte Pilz bildet einen vollkommenen Uebergang zwischen *Gymnoascus* und *Eurotium*.

Seine Conidienträger wiederholen in einer etwas complicirteren Weise die Form der Conidienträger von *Ctenomyces serratus* Eidam.

Chaetotheca nov. gen.

Perithecien niedergedrückt halbkugelig, derbhäutig, fast kohlig, windungslos, ringsum mit dünnen, langen, schwärzlichen, derbwandigen Haaren bekleidet.

Die birnförmigen oder fast kugeligen Asci entstehen seitlich oder am Ende reich verzweigter, aber äusserst zarter Hyphen. Sporen zu 8 zusammengeballt, glatt, fast linsenförmig, durchscheinend schwärzlich.

Ch. fragilis nov. spec.

(Tafel XVII, Fig. 11—13).

Perithecium 0,3—0,5 *mm* breit und etwa halb so hoch, brotlaibförmig, schwarz, derbhäutig, nahezu kohlig, leicht zerbrechlich, mündungslos, ringsum mit dünnen, schwärzlichen, sehr undeutlich septirten, ein-

fachen Haaren bekleidet, die etwa doppelt so lang als die Perithecien sind und in eine äusserst feine, farblose Spitze auslaufen (Fig. 11).

Asci breit birnförmig, kurz gestielt, sehr hinfällig, etwa 12—13 μ lang und 11—13 μ breit (Fig. 12a).

Sporen zu 8 zusammengeballt, zusammengedrückt kugelig, fast linsenförmig, bei vollkommener Reife durchscheinend, ziemlich schwärzlich, etwa 5,5 μ lang und 4 μ dick, mit glattem Epispor (Fig. 13).

Auf einem unter der Glasglocke feucht gehaltenen Gallenstein. Wien, Sommer 1889.

Microascus[1]) **sordidus** nov. spec.

(Tafel XVII, Fig. 14—19).

Perithecien ohne Hals etwa 0,2—0,3 *mm* im Durchmesser, röthlich-braun, derbhäutig, gewöhnlich nur mit einem kurzen, fast pupillenförmigen, seltener mit deutlichem Halse (Fig. 14 und 15), kahl oder mit vereinzelten Härchen besetzt.

Die birnförmigen Asci entstehen seitlich oder am Ende sehr zarter, verzweigter und äusserst vergänglicher Hyphen (Fig. 16). Die Schläuche vergallerten schon zu einem Zeitpunkte, wo eben erst die Sporen in ihren Umrissen sichtbar werden. Da um diese Zeit auch schon der grösste Theil der ascogonen Hyphen verschleimt ist, so bilden sich die Sporen in den isolirten, im Schleim eingebetteten, vergallerteten Schläuchen aus (Fig. 18). Asci etwa 13—15 μ lang und 12—13 μ breit. Sporen zu 8 zusammengeballt, elliptisch, an beiden Enden abgerundet, ungleichseitig, röthlich-braun, etwa 9—9,5 μ lang und 5—6 μ breit (Fig. 19).

Auf faulenden Olivenblättern von mir unter der Glasglocke gezüchtet. Wien, Winter 1888. Später auch auf menschlichen Fäces.

Die reifen Sporen werden bei dieser Species rankenförmig aus den dem kurzen Halse hervorgepresst und bilden ausserhalb des Fruchtkörpers lange, röthliche, kantige Schnüre.

Von meiner Species *M. longirostris* unterscheidet sich der *M. sordidus* hauptsächlich durch die Grösse und Gestalt der Sporen, so wie auch durch den kurzen, unbewehrten Hals.

Bemerkungen[2]) **über das Archicarp der Gymnoascen.**

Die Sporenfrüchte der Gymnoascen nehmen bekanntlich ihren Ur-

1) Ich begründete diese Gattung in meiner Arbeit: „Ueber einige neue Pilze, Myxomyceten und Bacterien.“ Verhandl. d. k. k. zool. bot. Gesellsch. Wien, 1885, p. 9 des Separat-Abdruckes.

2) Diese Bemerkungen stützen sich auf eine Reihe entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen, welche theils bereits veröffentlicht worden sind — siehe: Mykologische Untersuchungen und Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen aus dem Gebiete der Ascomyceten — oder welche erst, da sie sich auf die oben geschilderten Pilze beziehen, im Detail veröffentlicht werden sollen.

sprung aus einem schraubig gewundenen Mycelzweig, der sich oft um einen anderen, kurzen Zweig, wie um ein stützendes Mittelsäulchen herumwindet. Da diese Schraube eine grosse Aehnlichkeit besitzt mit dem Initialorgan von *Eurotium*, *Sordaria*, *Erysiphe* etc., so war es nur natürlich, dass man sie ebenfalls als Archicarp ansprach [1]).

Nach und nach wurden aber Thatsachen bekannt, welche mit dieser Auffassung nicht leicht in Einklang gebracht werden können. Zu diesen Thatsachen rechne ich:

1. Die Variabilität des Initialpparates, welche sich namentlich auf die Form und Grösse des Mittelsäulchens bezieht und nicht selten bis zur vollständigen Unterdrückung desselben führt [2]).

2. Die Beobachtung, dass die Sporenfrüchte ein- und derselben Species das einemal aus einer einzigen Schraube entstehen, ein andermal aus mehreren [3]).

3) Den wichtigen Umstand, dass, ebenfalls wieder bei ein- und derselben Species, die Schraube zuweilen ganz fehlen kann und dass in diesem Falle die ascogonen Hyphen aus beliebigen, angeschwollenen, protoplasmareichen Mycelstücken hervorgehen [4].)

Aus diesen Thatsachen ziehe ich den Schluss, dass das wesentliche Moment für die Entstehung der Sporenfrüchte in der Anhäufung von Protoplasma (Idioplasma und Nährplasma) liegt. Erfolgt diese Anhäufung in einem selbstständigen Zweigchen, so entsteht gewöhnlich durch Circumnutation der wachsenden Zweigspitze eine Schraube. Erfolgt die Protoplasmaanhäufung aber in intercalar gelegenen Fadenstücken, so schwellen diese an, doch die Anlage der Schraube unterbleibt.

Ueber die functionelle Bedeutung der dünnen Hyphen in den Sporenfrüchten der Gymnoascen.

In den Früchten der Gymnoascen finden sich stets zwei Elemente, nämlich die ascusbildenden Hyphen und dann dünnere, oft geweihartig verästeltete, sterile Fäden.

---

1) Ueber diesen Gegenstand vergleiche: Baranetzki, Entwickelung des *Gymnoascus Reessii*. Bot. Ztg. 1872; Eidam, Zur Kenntniss der Entwickelung der Gymnoasceen — in Cohn's Beitr. zur Biologie, III. Bd.; de Bary, Vergl. Morphologie und Biologie der Pilze, p. 223.

2) Vergl. über diesen Punkt die in Anm. 3 citirte Abhandlung Eidam's, namentlich seine Polemik gegen Baranetzki — ferner Zukal's Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen, 3. Capitel. (Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wiss. 98. Bd., Wien, 1889).

3) Die Thatsache, dass öfters mehrere Schrauben von einer Hülle umschlossen werden, wurde bei *Ctenomyces* von Eidam und von mir bei *Penicillium luteum* constatirt. Siehe meine in Anmerk. 4 citirte Abhandlung, p. 47 des Separatabdruckes.

4) Ebendaselbst. p. 46 u. 47.

Die Bedeutung der letzteren ist noch nicht ganz klar gestellt, doch scheinen mir folgende Sätze festzustehen:

1. Die dünnen, sterilen Hyphen hängen stets und zwar gewöhnlich an ihrer Basis mit den ascuserzeugenden zusammen, sind also Zweige ein- und derselben Achse.

2. Morphologisch sehen die dünnen Hyphen sowohl den Hyphen der Hülle, als auch jenen der primären Flocke — in welcher sich die Schraube bildet — weit ähnlicher, als den ascusbildenden Hyphen.

3. Sind die dünnen Hyphen — wenigstens in ihrer Jugend — auffallend englumig, steif und elastisch und werden erst später dünnhäutig und schlaff, um endlich ganz zu verschleimen.

Aus diesen Sätzen folgere ich, dass der basale Theil der dünnen Hyphen als Leitorgan functionirt, welches den ascusbildenden Zweigen Nährmaterial zuführt. Auch ihr oberer, oft gewöhnlich verzweigter Theil wird, sobald er verschleimt, etwas zur Ernährung der Sporenschläuche beitragen.

Den sterilen Zwischenhyphen dürfte endlich auch eine mechanische Function zukommen, wenigstens so lange sie steif und elastisch sind, die Function nämlich: einen Gegendruck auf die Hülle auszuüben[1]). Ich sah wenigstens niemals, dass die dicht nebeneinander liegenden, äusserst zarten Asci sich durch gegenseitigen Druck abgeplattet und polyedrische Formen angenommen hätten.

Bei der Gattung *Penicillium* wurden die dünnen Hyphen zuerst von BREFELD entdeckt und zwar speciell bei *P. crustaceum* Lk.[2]). In den Sclerotien dieses Pilzes entsteht bekanntlich ein Ascushaufen, welcher bis in das kleinste anatomische Detail dem Ascusknäuel eines *Gymnoascus* gleicht[3]). BREFELD lässt in seiner Arbeit vom Jahre 1874[4]) diesen Ascusknäuel aus einem verzweigten ascogonen Apparat hervorgehen, welcher nach einer längeren Ruhe plötzlich wieder zum Leben erwacht und nun das ihn umgebende Pseudoparenchym des Sclerotiums langsam aufzehrt, wie der Embryo höherer Gewächse das Endosperm. Zu diesem Zwecke entsenden die ascogonen Zweige dünne Hyphen, welche wie Rhizoiden in die innere Sclerotienwand hineinwachsen und dann als Haustorien und Leithyphen für die Nährstoffe functioniren.

Ich habe dasselbe Object studirt, bin aber zu einer ganz entgegen-

1) Selbstverständlich nur bei jenen Arten, wo von einem Druck der Hülle überhaupt gesprochen werden kann.

2) O. BREFELD, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze, 2. Heft.

3) Siehe meine in Anm. 4 citirte Abhandlung, p. 40 u. 41.

4) Als BREFELD seine Abhandlung über *Penicillium* schrieb, stand er bekanntlich noch im Banne der Befruchtungstheorie und musste sich die gegebenen Thatsachen nach dieser Theorie zurechtlegen. Die nachfolgenden Bemerkungen über *P. crustaceum* wenden sich selbstverständlich nur gegen seine damalige Auffassung.

gesetzten Auffassung gelangt. Nach meiner Auffassung besteht das Sclerotium von *P. crustaceum* aus lauter gleichartigen und gleichwerthigen Elementen. In diesem Sclerotium entsteht nach längerem Liegen eine centrale Höhlung. Dann sprossen einzelne Zellen der Höhlenwand aus. Diese Sprosse bilden dünne, zarte Hyphen, welche im Allgemeinen gegen den Mittelpunkt der Höhlung hin wachsen. Aus letzteren gehen dann durch Verzweigung sowohl die ascusbildenden Hyphen, als auch die sterilen, dünnen Hyphenelemente hervor. Unterbricht man später den Prozess der Ascusbildung durch nicht zu rasche Austrocknung, so wachsen einzelne sterile Zweige in tangentialer Richtung um den bereits gebildeten Ascushaufen herum und bilden eine Art von lockerer Hülle. Dieser letztere Umstand hat mich im Verein mit meinen übrigen Beobachtungen dazu geführt, das *Penicillium glaucum* geradezu für einen *Gymnoascus* zu erklären, der sich im Innern eines Sclerotiums bildet. Diese Auffassung wurde später durch die Auffindung eines neuen *Penicilliums*, des *P. luteum* mihi, welches einen ausgesprochenen *Gymnoascus*-Charakter trägt, vollkommen gerechtfertigt.

Was nun die dünnen, sterilen Hyphen betrifft, so geht aus dem Gesagten hervor, dass sich dieselben bei der Gattung *Penicillium* ähnlich verhalten, als wie bei *Gymnoascus*. Morphologisch stehen sie nämlich auch bei *Penicillium* in directer Beziehung theils zur Hülle, theils zu dem primären Mycel; physiologisch dienen sie, wenigstens in ihren basalen Theilen, als nährstoffleitendes Organ. Ihre mechanische Leistung kommt nur bei *Penicillium luteum* in Betracht.

Ueber die phylogenetischen Beziehungen der Gymnoascen zu den übrigen Ascomyceten.

WINTER sagt in seinen Pilzen der RABENHORST'schen Kryptogamen-Flora, 2. Abth. p. 3, Anmerkung 2: „Während die später zu beschreibenden Gattungen *Gymnoascus* und *Ctenomyces* gewissermassen die Uranfänge der Pyrenomyceten darstellen, ist in *Ascodesmis* das erste Stadium der Discomyceten-Reihe gegeben." Diese Bemerkung verdient commentirt zu werden, da sie einen wahren Kern enthält. Der erste Theil der WINTER'schen Behauptung, dass nämlich die Gymnoascen die Uranfänge der Pyrenomyceten darstellen, ist durch die Auffindung von *Gymnoascus durus* und *Aphanoascus cinnabarinus* theilweise bestätigt worden. Denn durch die Auffindung dieser eben genannten Formen ist jene Entwickelungsreihe, welche mit einem absolut unbedeckten Ascusbüschel beginnt und mit einem von lückenlos pseudoparenchymatischer Hülle umgebenen Ascusknäuel endigt, vollkommen geschlossen.

An die Gymnoascen, zu denen ich bloss die Gattungen *Endomyces*,

Gymnoascus, *Ctenomyces* und *Penicillium* rechne, dagegen *Eremascus* ausschliesse, schliessen sich dann ungezwungen die Gattungen *Aphanoascus*, *Eurotium* (*Aspergillus*), *Cephalotheca*, *Chaetotheca* und *Microascus* an. Einzelne Formen der letzten Gattung zeigen bereits ein kohliges Gehäuse und ein deutliches Ostiolum.

Allein alle hierher gehörigen Pilze besitzen kein geschlossenes Hymenium, sondern ihre Asci stehen in straussartigen Fruchtständen.

Durch dieses Merkmal unterscheiden sie sich fundamental von allen anderen Ascomyceten, welche ein geschlossenes Hymenium besitzen oder — mit anderen Worten —, bei denen die Asci in einer Schichte, d. h. in einem doldentraubenänlichen Fruchtstand stehen. Hierzu bemerke ich ausdrücklich, dass ich die Kluft zwischen den hymeniumlosen uud hymeniumbesitzenden Ascomyceten für bedeutend tiefer und fundamentaler halte, als jene zwischen den Discomyceten und Pyrenomyceten.

Wenn sämmtliche Ascomyceten, deren kugelige, vergängliche Schläuche in einem straussartigen Fruchtstand stehen, ohne Zweifel mit den Gymnoascen nahe verwandt sind, so wurzelt wahrscheinlich ein grosser Theil der ein Hymenium besitzenden Ascomyceten — wie dies BREFELD [1]) schon längst behauptet hat — in den Mucorineen [2]).

Als den mucorähnlichsten Ascomyceten muss man aber gegenwärtig den von VAN TIEGHEM entdeckten *Monascus* [3]) bezeichnen. Bei dieser Gattung besitzt der kugelige, bei vollkommener Reife zerfliessende Ascus einen deutlichen Stiel oder Träger. Die äusserst vergängliche Hülle umwächst den Ascus erst nach seiner Anlage. Die Sporen sind klein, zahlreich, mucorartig. An den *Monascus* schliesst sich natürlich — wenn auch nicht sehr enge — die Gattung *Thelebolus* [4]) an, deren Species ebenfalls eine hinfällige Hülle und einen einzigen, grossen, auf dem Scheitel mit einem kreuzförmigen Riss sich öffnenden Ascus mit zahlreichen, kleinen Sporen besitzen.

An *Thelebolus* reiht sich eng eine von HEIMERL [5]) entdeckte Form

---

1) Schon im 4. Heft seiner Schimmelpilze leugnet BREFELD den Unterschied zwischen Sporangium und Ascus.

2) Ueber diesen Punkt siehe die Bemerkungen BREFELD's über die Ascomyceten im 8. Heft seiner Botanischen Untersuchungen. Vergleiche auch daselbst die Uebersichtstabelle über den phylogenetischen Zusammenhang der Pilze.

3) VAN TIEGHEM, Monascus, genre nouveau de l'ordre des Ascomycètes. Bull. d. l. soc. bot. de France. T. VIe. 1884.

4) Ueber die Gattung *Thelebolus* siehe meine Mykologischen Untersuchungen, LI. Bd. d. Denkschriften der k. Akad. d. W. Wien 1885, und HEIMERL's Abhandlung: Die niederösterreichischen Ascoboleen. Programm der Oberrealschule von Sechshaus, 1889.

5) HEIMERL, Niederöst. Ascoboleen.

der Gattung *Ascozonus* [1]), welche normal nur zwei Asci, sonst aber ganz einen *Thelebolus*-artigen Habitus besitzt.

Mit *Thelebolus* ist aber auch ohne Zweifel die Gattung *Rhyparobius* nahe verwandt, bei welcher einzelne Species nur 3—6 Asci besitzen [2]).

An *Rhyparobius* schliesst sich dann die Gattung *Ascophanus* an, innerhalb welcher schon die Sporenzahl auf 8 sinkt.

An die Gattung *Ascophanus* reihen sich die übrigen Ascoboleen und Pezizen. Aus dieser Erörterung folgt, dass ein Theil der Discomyceten mit *Monascus* und *Thelebolus* beginnt und nicht mit *Ascodesmis* [3]).

Zu derselben Reihe gehört aber auch ein Theil der Pyrenomyceten, nämlich jene, deren Fruchtkörperprimordien in einen ascogonen und in einen Hüllapparat differenzirt sind. Diese Pyrenomycetengruppe hängt sonder Zweifel durch die Gattungen *Podosphaera* und *Erysiphe* mit *Thelebolus* und *Rhyparobius* zusammen, und ich will die ganze Reihe, der Kürze halber, mit dem Namen Monascus-Reihe bezeichnen.

Bei einem anderen Theile der Pyrenomyceten — zu welchem ich die Dothideen und die meisten echten Sphaeriaceen rechne — differenziren sich die Fruchtkörperprimordien nicht in einen ascogonen und hüllebildenden Apparat, sondern sie bilden Knäuel, in welchen man nur gleichartige Hyphenelemente vorfindet. Diese Knäuel verwandeln sich später in Hohlkugeln, aus deren innerer Auskleidung durch Vermittelung ascogoner Hyphen entweder Asci oder Conidien oder Asci gemischt mit Conidien hervorspriessen. Bei dieser Pyrenomycetengruppe verhält sich demnach die Peritheciumwand nicht wie eine sterile Hülle, sondern wie ein fertiles Mycel oder Stroma. An diese Pyrenomycetengruppe schliesst sich aber nach meinen entwickelungsgeschichtlichen Befunden auch ein Theil der Discomyceten an, nämlich die Hysterien, Phacidien, Cenangien etc. Sie bilden im Verein mit den eben erwähnten Pyrenomyceten die stromatische Reihe der ein Hymenium besitzenden Ascomyceten.

An die stromatische Reihe scheinen sich dann enge die Uredineen anzugliedern. Es ist wahrscheinlich, dass die erwähnten Reihen in einander übergehen [4]), oder mit anderen Worten, dass sie Zweige ein

---

1) Nämlich der *Ascozonus*.

2) Z. B. der *Rhyparobius pachyascus* mihi. Entw. Unters. p. 56 und Rehm's Exsicc. Ascomyc. 914b.

3) van Tieghem, Ascodesmis, Bull. d. l. soc. d. Fr. 1876. Zukal, Mykol. Unters. p. 7 (Sep.-Abd.) und Entwickel. Untersuchungen, p. 67 des Sep.-Abd. Anmerkung.

4) Die hymeniumlosen Ascomyceten hängen vielleicht durch die Gattung *Chaetotheca* mit *Chaetomium* und folglich auch mit einer hymeniumführenden Gattung zusammen. Wenigstens bilden die ascuserzeugenden Hyphen bei *Chaetomium crispatum* eine Art von Mittelsäulchen — aus dessen oberster Schicht die Asci entspringen. (Mykol. Unters. p. 13). Auch die „Columella" des Peritheciums von *Perisporium punctatum* Auersw. (Hedwigia, 1869, p. 2) wäre auf diesen Punkt zu untersuchen.

und desselben Stammes sind, der in den Mucorineen — vielleicht sogar theilweise in den Myxomyceten wurzelt, (wenn man nämlich den Ascus als Sporocyste betrachtet); doch halte ich es für die Erforschung der natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse der Ascomyceten für zweckmässig, diese Reihen einstweilen auseinander zu halten.

Zur Uebersicht über das Gesagte möge folgendes Schema dienen:

Ascomyceten.

Ohne geschlossenes Hymenium.	Mit Hymenium.
a) **Gymnoascus-Reihe;** (*Gymnoasci*, *Aphanoascus*, *Eurotium*, *Cephalotheca*, *Chaetotheca*, *Microascus*).	a) **Monascus-Reihe;**
b) **Tuber-Reihe?**	b) **Stromatische Reihe.** (Bei der *Monascus*-Reihe differenzirt sich der ascogone Apparat sehr frühe, bei der stromatischen Reihe spät).

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Längsschnitt durch den *Gymnoascus durus*. Vergr. 250.
„ 2. Dünne, sterile Hyphe aus dem Fruchtkörper desselben. Vergr. 800.
„ 3. Ascogone Hyphe. Vergr. 800.
„ 4. Einzelne Sporen von *G. durus*. Vergr. 1200.
„ 5. Ein Stück Perithecienwand von *Aphanoascus cinnabarinus*. Vergr. 400.
„ 6. Ascusknäuel desselben Pilzes. a) Sterile Hyphen. b) Asci. Vergr. 800.
„ 7. Theil eines zu *Aphanoascus* gehörigen Conidienträgers. a) Intercalar, b) lateral gebildete Conidien. Vergr. 250.
„ 8. Reife Conidie. Vergr. 250.
„ 9. Halbreifer Ascus. Vergr. 800.
„ 10. Reife Sporen von *A. cinnabarinus*. Vergr. 1200.
„ 11. *Chaetotheca fragilis*. Vergr. 100.
„ 12. Ascogone Hyphe. a) Ein bereits vergallerteter Ascus mit halbreifen Sporen. Vergr. 600.
„ 13. Reife Sporen. Vergr. 800.
„ 14 u. 15. *Microascus sordidus*. Vergr. 100.
„ 16, 17, 18. Asci auf verschiedenen Entwickelungsstufen. Vergr. 600.
„ 19. Reife Sporen von *M. sordidus*. Vergr. 600.

31. Richard von Wettstein: Zur Morphologie der Staminodien von Parnassia palustris.

(Mit Tafel XVIII.)

Eingegangen am 31. October 1890.

Dass die sogenannten „Nectarien" der Blüthe von *Parnassia palustris* L. einem inneren, zweiten Staminal-Wirtel entsprechen, ist durch die Ausführungen HOOKER's und THOMSEN's [1]), insbesondere aber durch die eingehenden und schönen Untersuchungen DRUDE's [2]) sichergestellt und auch in neuerer Zeit von Niemandem bestritten worden. Nur eine Frage konnte mit voller Sicherheit noch nicht beantwortet werden, nämlich die, ob je ein Drüsenbüschel einem Stamen entspreche, oder ob die Umbildung eine Theilung der Staubgefässe durch Chorise voraussetze, so dass jede Drüse einer Anthere gleichwerthig wäre. DRUDE entschied sich auf Grund seiner entwicklungsgeschichtlichen Studien und mit Rücksicht auf die unverkennbare Aehnlichkeit der ganzen Bildung mit den Staminalbündeln von *Hypericum*, für die letztere Auffassung. Er konnte dieselbe um so mehr für berechtigt halten, als trotz der Aufmerksamkeit, die von mehreren Seiten [3]) den Blüthen von *Parnassia* zugewendet wurde, dennoch bis dahin noch kein Fall von directer Rückbildung der Staminodien in Stamina beobachtet worden war.

Mit Beziehung auf die angedeutete Frage dürften zwei abnorm gebaute Blüthen von *Parnassia palustris* von Interesse sein, welche ich im heurigen Sommer zu beobachten Gelegenheit hatte. Blüthenabnormitäten von *Parnassia* sind bisher nur in geringer Zahl bekannt geworden. Vollständig pentamere Blüthen beobachteten RÖPER [4]), WYDLER [5]), BUCHENAU [6]), DRUDE (a. a. O.), BENNET [7]); hexa-

1) Praecursores ad floram Indicam. Journal of the Linn. Soc. II, pag. 77.

2) Ueber die Blüthengestaltung und die Verwandtschaftsverhältnisse des Genus Parnassia. Linnea 1875. S. 237 ff.; ferner in SCHENK, Handb. d. Bot. I., S. 723 (1881).

3) PAYER, Organogénie de la fleur. pag. 183. — WYDLER, in Flora 1844, S. 751; 1851, S. 244; 1857, S. 18; 1860, S. 395. — BENNETT, Note on the Structure and Affinity of Parnassia palustris. Journ. of the Linn. Soc. XI. pag. 24 (1871).

4) Abnorme Normalgestaltungen, in Bot. Ztg. 1852, S. 187.

5) WYDLER, in Flora 1857, S. 20.

6) BUCHENAU, in Flora 1857, S. 291.

7) a. a. O.

mere Blüthen WYDLER[1]) und BUCHENAU (a. a. O.); pentamere Blüthen mit dreiblätterigem Gynaeceum WYDLER (a. a. O.) und BUCHENAU; MASTERS[2]) zählt *Parnassia* nur unter jenen Pflanzen auf, bei denen Polyphyllie des Gynaeceums überhaupt beobachtet wurde. Umbildung eines Staminodiums in ein blattartiges, nach Aussen gerolltes und an der Spitze eine Drüse tragendes Organ beschrieb BUCHENAU[3]).

Die abnormen Blüthen fand ich unter zahlreichen normalen im August d. J. im Gschnitzthal in Tirol[4]). Die Pflanzen zeigten im Uebrigen nichts abweichendes; eine direct wahrnehmbare Ursache der Missbildung (Parasiten, Verstümmelung, etc.) war nicht vorhanden.

Die eine der abnormen Blüthen zeigte ein vollkommen normales Gynaeceum; die Staminodien waren bedeutend reducirt, drei derselben, und zwar die den innersten Petalen superponirten fehlten ganz, die beiden anderen zeigten bloss 3, resp. 5 Stieldrüsen. Die fünf sonst fertilen Stamina waren in eigenthümlicher Weise umgebildet und wiesen deutliche Anklänge an die Nectarien auf. Die Petalen waren normal, nur etwas kleiner und am Grunde grünlich gefärbt. Von den Kelchblättern waren 3 von gewöhnlicher Beschaffenheit und 2 (nämlich das innerste und eines, dessen Stellung ich nicht zu bestimmen vermochte, da es vorzeitig abbrach) etwas vergrössert und deutlich petaloid verfärbt. Im Allgemeinen zeigten daher die Blüthentheile die Tendenz, sich jenen der nächst höher stehenden Wirtel morphologisch zu nähern. Ein besonderes Interesse verdienen die Formen der Staubgefässe, besonders im Zusammenhalte mit jenen der zweiten, weiterhin zu besprechenden Blüthe. Alle Staubgefässe (Fig. 6—10) waren unfruchtbar, die Filamente waren verbreitert und in dem am meisten umgewandelten Falle am Grunde grün gefärbt. Nach oben erweiterten sich die Filamente in einen weissen, löffelförmigen Theil, welcher rechts und links taschenförmige Erweiterungen als Reste der Antherenfächer trug. An dem dem äussersten Kelchblatte superponirten Staubgefässe (Fig. 6) waren die Ränder dieser taschenförmigen Erweiterung glatt, in der Höhlung derselben fand sich ein lockeres Gewebe, bestehend aus abnorm vergrösserten, zum Theile in Theilung begriffenen Pollenmutter-

1) In Flora 1857, S. 18.

2) Pflanzen-Teratologie. Deutsch von U. DAMMER. S. 418 (1886).

3) BUCHENAU, in Bot. Ztg., 1862, No. 38, S. 307.

4) Ich fand zuerst die an zweiter Stelle beschriebene Blüthe. Dadurch aufmerksam gemacht, beobachtete ich zahllose *Parnassia*-Blüthen und fand erst nach längerer Zeit die zweite Blüthe. Ich erwähne dies bloss, um damit die Seltenheit der Abnormitäten anzudeuten. Bei dieser Gelegenheit kamen mir noch folgende abweichend gebaute Blüthen unter: Vollkommen pentamere Blüthen (4 mal), vollkommen hexamere Blüthen (1 mal), pentamere Blüthen mit trimerem Gynaeceum 2 mal), eine Blüthe mit tetramerem Kelche und ebensolcher Corolle, pentameren Staminalkreisen und trimerem Gynaeceum.

zellen, aus denen jedoch an Stelle der Pollenzellen blasenförmige dünnwandige Zellen hervorgingen, welche zu 2—4 aneinanderhaftend kleine Ballen bildeten. Der Bau der Antherenwände stimmte im Wesentlichen mit jenem der fertilen Antheren überein, ebenso war jener der Filamente nicht abweichend; ein einziges Gefässbündel durchzog dieselben der Länge nach. Das (in der Richtung des Urzeigers) nächste Staubgefäss ähnelte dem ersten (Fig. 7), nur war der Rand eines Antherenfaches an einer Stelle etwas eingeschnitten, die Antherenfächer waren vollkommen hohl. Das dritte Staubgefäss (Fig. 8) zeigte Gestalt und Bau des zweiten, das Filament war hier in ein kurzes Spitzchen ausgezogen. Abweichend sah das vierte Staubgefäss aus. (Fig. 9). Die Ränder der Antherenfächer waren mehrfach eingeschnitten und trugen am unteren Ende je einen kurzen, fädigen, am Ende kopfig verdickten und gelb gefärbten Fortsatz. Eine noch weitere Umbildung wies das fünfte Staubgefäss (Fig. 10) auf, bei dem die Ränder der Antherenfächer sich über das untere Ende derselben in Form je eines schwach vorspringenden Kammes fortsetzten. Von dem Kamme der linken Hälfte gingen zwei kleine, ca. $^1/_2$ *mm* lange, den Stieldrüsen der „Nectarien" in Form und Farbe vollkommen gleichende Fortsätze aus; auf dem rechten Kamme sass ein kleiner weisser Fortsatz und weiter oben am Rande der Höhlung ein winziger gelber Knopf; das Filament endete in ein kurzes Spitzchen.

An der zweiten Blüthe waren Kelch, Korolle, fertile Staubgefässe und Gynaeceum vollkommen normal. Das Diagramm dieser Blüthe stellt Fig. 1 dar. Die fünf Staminodien waren durchweg abweichend gebaut, sie zeigten deutlich Uebergänge zu den fertilen Staubgefässen. Ihre Stellung war die gewöhnliche; der Grund der Filamente stand höher als jener der Staubgefässe, der obere, Stieldrüsen tragende Theil war unter diese herabgekrümmt. (Vergl. DRUDE a. a. O., S. 253). Den Staubgefässen am ähnlichsten war das dem Blumenblatte 3 (s. das Diagramm) superponirte Staminodium (Fig. 11). Die mittlere Stieldrüse war bedeutend stärker als sonst, sie trug keinen gelben Kopf und liess sich als Mittelnerv bis an den Grund des Filaments verfolgen. Rechts und links davon stand je eine vollkommen normale Stieldrüse, dagegen erschien jederseits die zweite bedeutend umgeformt, sie war am Grunde bauchig erweitert und hohl, weiss gefärbt und zeigte eine schlitzförmige Oeffnung mit unregelmässig eingeschnittenem Rande. Gegen die Basis des Staminodiums zu setzte sich dieser Rand in einen kammförmigen Vorsprung fort, der beiderseits je 3 kurze, aber sonst normale Stieldrüsen trug. Der anatomische Bau des stielartigen Theiles zeigte am Grunde ein centrales Gefässbündel, im oberen Theile ein centrales Bündel und jederseits zwei sehr schwache Seitenbündel, welche in je eine Stieldrüse verliefen. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich die beiden sackförmigen Erweiterungen als rudimentäre An-

theren ansehe; die Analogie des ganzen Organs mit den in Fig. 6—10 dargestellten fällt sofort auf. Die vier übrigen Staminodien der zweiten Blüthe stellen eine Reihe von Uebergangsformen vom geschilderten staubgefässähnlichen Staminodium bis zum normalen „Nectarium" dar, und insoferne, als ich eine Gleichstellung des in Fig. 11 dargestellten Organes mit dem in Fig. 10 abgebildeten für zulässig erachte, zeigen die abnormen Staminalformen der beiden Blüthen einen allmählichen Uebergang vom fertilen Staubgefässe zum „Nectarium".

Das dem Blumenblatte 5 superponirte Staminodium (Fig. 12) kam in der Form dem geschilderten am nächsten, es unterschied sich von ihm dadurch, dass am Rande der „Antheren" an Stelle der kurzen Zähnchen kleine Stieldrüsen zu sehen waren, welche annehmen liessen, dass jene ihnen entsprechen. Bei dem nächsten Staminodium (superponirt dem Blumenblatte 1) zeigte sich eine weitere Annäherung an das Nectarium darin, dass zwischen dem Ende des Filamentes und dem Antherenfache auf einer Seite zwei Stieldrüsen eingeschaltet waren, dass die Stieldrüsenform der Randzähne an den Antherenfächern noch deutlicher wurde und dass die Drüsenstiele am Grunde der Anthere bedeutend verlängert waren. An diesem Staminodium war deutlich zu beobachten, wie mit dem Verschwinden der Anthere die Nectarien-Aehnlichkeit zunimmt. Auf der (von innen gesehen) rechten Seite war das Antherenfach sehr reducirt, dagegen waren 8 Drüsenstrahlen deutlich zu sehen; auf der linken Seite war das Antherenfach bedeutend grösser, die Zahl der wahrnehmbaren Strahlen betrug 7. Einen vollkommen symmetrischen und übereinstimmenden Bau zeigten die beiden letzten Staminodien (Fig. 15 und 16). Die Antherenfächer waren relativ klein und grünlich, zwischen ihnen und dem Filamentende waren jederseits zwei wohlausgebildete Stieldrüsen, unter dem Fache folgten jederseits zwei weitere. Die Aehnlichkeit dieser Organe mit den Nectarien war schon eine bedeutende.

Wie schon oben erwähnt, bilden die von mir beobachteten Fälle abnormer Staminodien eine Formenreihe. Sie ermöglicht eine Vorstellung von der morphologischen Werthigkeit der einzelnen Theile der Nectarien. Hiernach wäre das ganze „Nectarium" einem Staubgefässe analog, dessen Filament in der mittleren Stieldrüse erhalten ist, während die seitlichen Strahlenreihen den Antherenfächern entsprechen.

Diese Vorstellung kann, wie alle aus teratologischen Objecten abgeleiteten, nur dann als eine den thatsächlichen Verhältnissen wirklich entsprechende angesehen werden, wenn die Entwicklungsgeschichte der Blüthen und die analogen Bildungen in Blüthen verwandter Pflanzen ihr nicht widersprechen.

Die Entwicklungsgeschichte der *Parnassia*-Blüthen ist durch

Drude's verdienstvolle Abhandlung[1]) genau bekannt geworden. Der Staminodialkreis entsteht über dem Staminalkreis und nach diesem. In jedem Staminodium entsteht der mittlere Strahl zuerst, dann folgen basipetal die seitlichen. Diese Entwicklung widerspricht der angegebenen Deutung nicht; in vollem Einklange mit ihr steht der Umstand, dass bei der Rückbildung der Stieldrüsen in Theile des Antherenfaches wir sie in acropetaler Folge verschwinden sehen.

Auch die Gestalten der Staminodien bei anderen *Parnassia*-Arten bestätigen die Richtigkeit meiner Deutung. Wenn jedes Nectarium einem Staminalbündel entspräche, wäre wahrscheinlich die Zahl der Stieldrüsen bei den verschiedenen Arten ziemlich gleich, oder es würden sich bei geringerer Zahl Rudimente oder andere Gebilde an Stelle der ausgefallenen finden. Dies ist nicht der Fall. Bei allen anderen *Parnassia*-Arten ist die Zahl der Stieldrüsen kleiner als bei *P. palustris* (*P. palustris* L. 7—21, *P. parviflora* DC. 5—7, *P. Kotzebuei* Cham. et Schlecht. 3—5, *P. Nummularia* Maxim. 3 etc.)[2]), und je kleiner sie wird, desto mehr tritt an ihrer Stelle die Anthere hervor. Bei den Arten der Section *Nectarotribolos* Drude ist das Staminodium 3-lappig (der Mittellappen entspricht dem Filamente, die Seitenlappen den Antherenfächern) und bei *P. tenella* Hook., welche die Section *Saxifragastrum* Drude bildet, besteht das Staminodium nur aus einer „dicken Säule, welche einen kuglig drüsigen Kopf trägt, an welchem eine longitudinal verlaufende Furche die Anlagen zweier Antheren verräth[3])."

Die Analogie dieses Organes mit den abnormerweise bei *Parnassia palustris* auftretenden Bildungen tritt klar hervor.

Fasse ich demnach die Ergebnisse der Entwickelungsgeschichte, der vergleichenden Morphologie mit jenen meiner Beobachtungen zusammen, so ergiebt sich, dass durch letztere die heute übliche, von Drude wissenschaftlich begründete Auffassung der „Nectarien" von *Parnassia* als Staminodien eine neue Stütze erhält, dass jedoch der morphologische Werth der einzelnen Theile des Nectariums den bisherigen Anschauungen nicht entspricht.

Von den Stieldrüsen des Staminodiums ist nicht jede einzelne ein durch Chorise entstandenes Staubgefäss, sondern das ganze Staminodium stellt ein ungetheiltes Staubgefäss dar: der mittlere Strahl entspricht dem Filamente, die Gesammtzahl der Drüsenstrahlen einer Seite einem Antherenfache.

Für die lange Zeit viel umstrittene systematische Stellung der Gattung *Parnassia* ist die gefundene Deutung nur insofern von Be-

1) A. a. O., S. 252 ff.
2) Zum Theile nach Drude, a. a. O.
3) Drude, a. a. O., S. 271.

deutung, als durch sie die Stellung der *Parnassiaceen* in die Reihe der *Saxifragineen* (BENTHAM und HOOKER, ENGLER, EICHLER) eine neue Stütze erhält und andererseits dadurch eines der wichtigsten Argumente wegfällt, das für die Verwandtschaft der *Parnassia* mit den *Hypericaceen* geltend gemacht wurde.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Diagramm der abnormen Blüthe, welcher die in Fig. 11—16 abgebildeten Staminodien entnommen wurden.
„ 2—4. Formen normaler „Nectarien" bei *Parnassia palustris* L.
„ 5. Fertiles Staubgefäss von *Parnassia palustris*, vor dem Oeffnen der Antherenfächer.
„ 6—10. Umgebildete Staubgefässe aus einer *Parnassia*-Blüthe.
„ 11—16. Umgebildete Staminodien aus der in Fig. 1 dargestellten Blüthe.

Alle Figuren nach der Natur; Fig. 2—16 ca. 7-fach vergrössert.

Fig. 1.

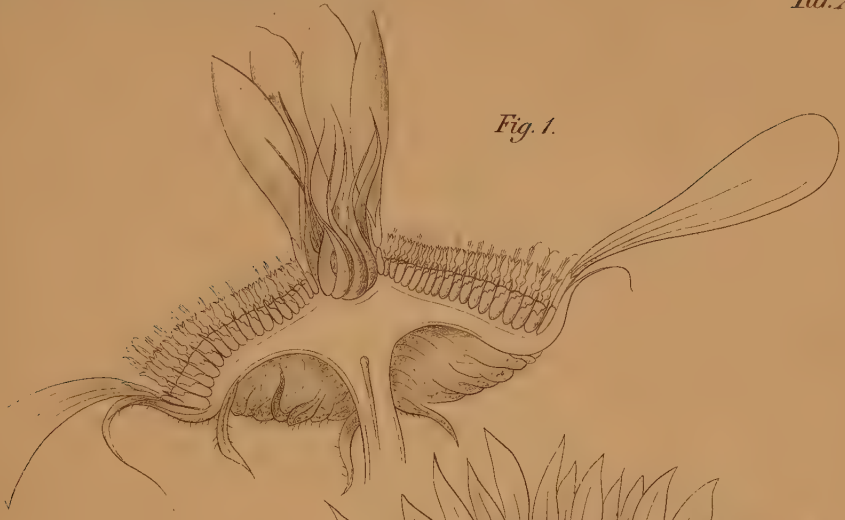
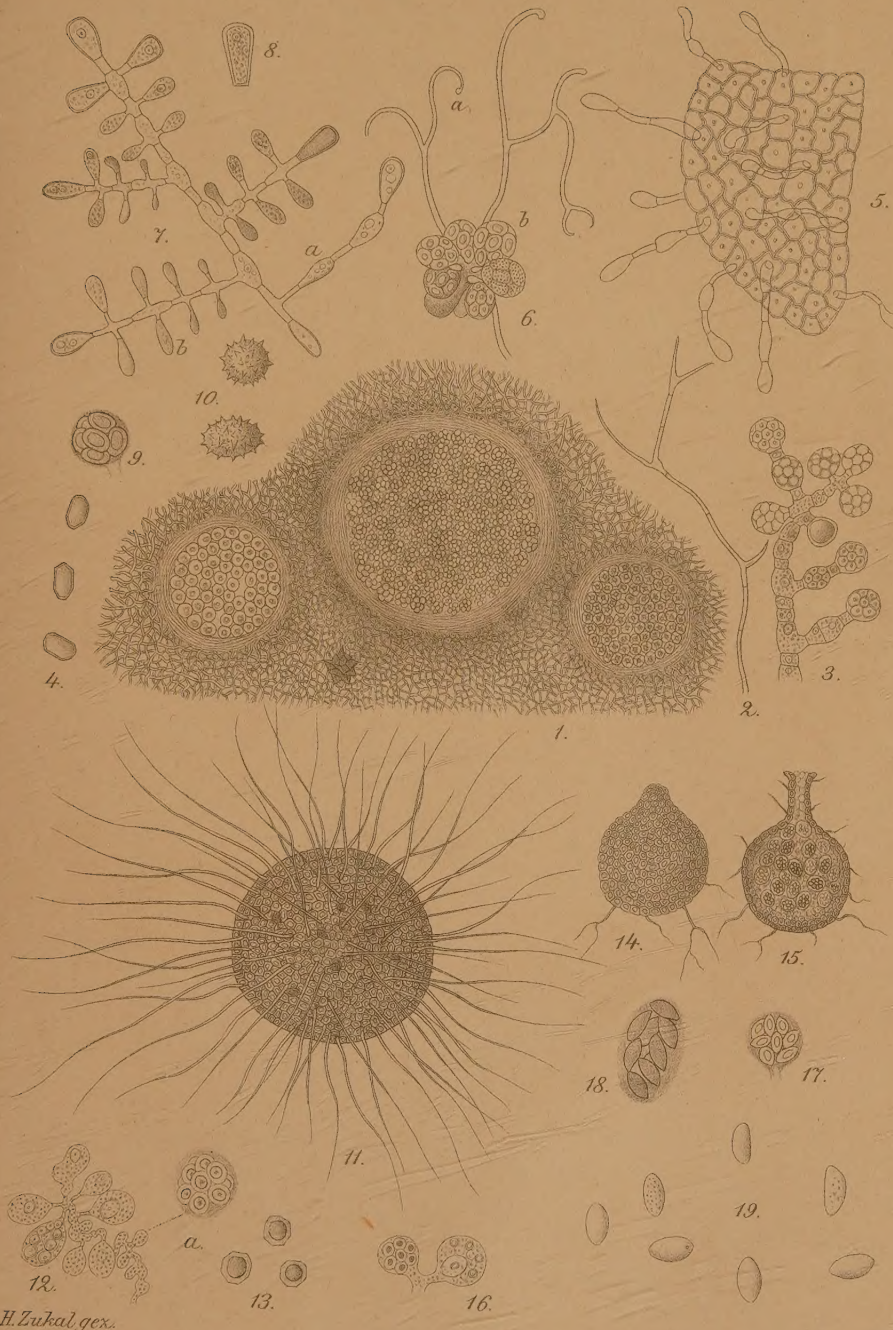


Fig. 2.

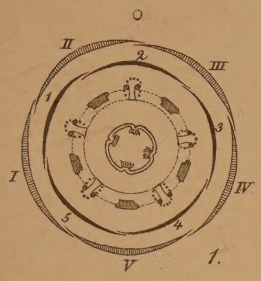
Fig. 3.

Richter gez. C. Laue lith.

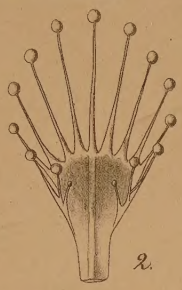


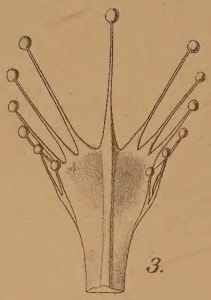
H. Zukal gez.

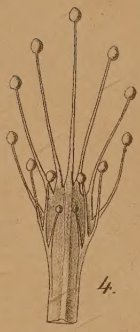
C. Laue lith.



1.


2.


3.


4.

5.

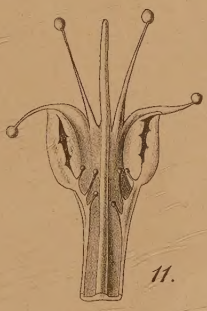
6.

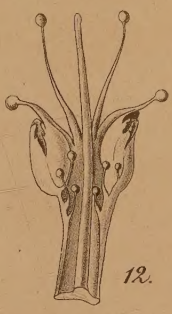
7.

8.

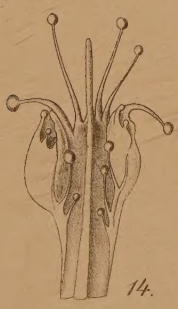
9.

10.

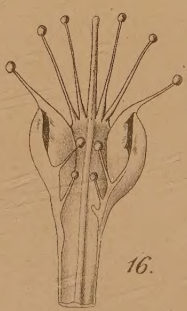

11.


12.

13.


14.

15.


16.

R. Wettstein gez. C. Lane lith.